Mircea Gh. Ionescu

FIZICĂ MEDICALĂ ȘI APARATURĂ DE LABORATOR

Manual pentru licee sanitare
anul III

Dr. Mircea Ionescu

FIZICĂ MEDICALĂ ȘI APARATURĂ DE LABORATOR

Manual pentru licee sanitare
anul III

Editura didactică și pedagogică
București — 1977

Scanned with OKEN Scanner

1. NOŢIUNI INTRODUCTIVE

1.1. FIZICA MEDICALĂ

Fizica medicală se ocupă cu aplicarea legilor fizicii în domeniul biologiei şi medicinei.

Din cele mai vechi timpuri, pe măsură ce au cunoscut fenomenele lumii înconjurătoare şi legile acestora, oamenii au căutat să aplice aceste cunoştinţe pentru prevenirea şi tratamentul unor boli.

S-a observat astfel că fenomenele fizice din lumea înconjurătoare influenţează starea sănătăţii oamenilor. De exemplu, aerul, apa şi soarele influenţează favorabil starea sănătăţii oamenilor, în timp ce umezeala, întunericul, frigul, curenţii de aer exercită o influenţă nefavorabilă asupra sănătăţii. În felul acesta au luat naştere helioterapia, balneoterapia şi fizioterapia.

Pe măsura cunoaşterii legilor mecanicii şi a căldurii, odată cu apariţia maşinilor mecanice şi termice, s-a căutat să se explice şi funcţionarea organismului uman prin analogie cu aceste maşini. S-a studiat rolul scheletului, funcţionarea muşchilor, mersul, echilibrul corpului omenesc, înlocuirea membrelor pierdute prin proteze etc.

Descoperirile fizicii au exercitat o influenţă covîrşitoare asupra dezvoltării medicinei. Pe măsură ce s-au îmbogăţit cunoştinţele de fizică, acestea au fost aplicate în tehnică, uşurîndu-se munca

Scanned with OKEN Scanner

omului, mărindu-se productivitatea muncii şi crescînd astfel nivelul de trai.

Pe măsură ce s-au îmbunătăţit condiţiile de viaţă, riscul de îmbolnăvire s-a micşorat, iar durata medie de viaţă a crescut.

Principiile fizicii au cunoscut o largă aplicaţie şi în diagnosticul şi tratamentul bolilor.

Aproape nu există domeniu al fizicii care să nu aibă aplicabilitate în medicină.

Astfel, aparatura de diagnostic, din laboratoarele de analize medicale, aparatura de radiologie, de explorări funcţionale, aparatele de măsurarea tensiunii arteriale, termometrele reprezintă aplicaţii ale fizicii utilizate în scopul stabilirii diagnosticului bolilor.

Mecanoterapia, fizioterapia, electroterapia şi tratamentul cu substanţe radioactive reprezintă procedee de fizică utilizate în scopul tratării unor boli.

Din cele arătate, rezultă că fizica medicală are un cîmp larg de studiu şi aplicaţii.

Fizica medicală are un rol important în dezvoltarea medicinei moderne. Ea a adus o contribuţie importantă în prevenirea şi combaterea bolilor, influenţînd favorabil prelungirea duratei medii a vieţii.

1.2. LABORATORUL DE ANALIZE MEDICALE

Pentru aprecierea stării funcţionale o organismului este necesar ca bolnavul să fie supus unui examen cît mai amănunţit.

Scanned with OKEN Scanner

În cadrul acestui examen medicul ia act de starea funcţională a organismului în mod direct, prin intermediul organelor de simţ.

Această metodă directă nu poate pune în evidenţă toate transformările care au loc în organism. Pentru a înregistra şi fenomenele mai fine este necesar ca observaţia să se facă şi cu ajutorul unor instrumente. Aceste instrumente, fiind mai sensibile decît organele de simţ, pot pune în evidenţă modificările mai fine care au loc în organisme. Ele permit, de asemenea, măsurarea fenomenelor pe care le pun în evidenţă.

Pentru aceasta au luat naştere instrumentele şi aparatele de diagnostic care s-au dezvoltat în aceeaşi măsură în care s-au dezvoltat şi ştiinţele fizico-chimice şi diferitele ramuri ale tehnicii.

Astfel, s-au dezvoltat laboratoarele de radiologie, în care se utilizează razele X în scopul observării şi fotografierii ţesuturilor şi organelor invizibile pentru ochiul omenesc.

S-au dezvoltat, de asemenea, şi laboratoarele de explorări funcţionale, în care - prin intermediul unor aparate - se înregistrează starea şi capacitatea funcţională a unor organe.

În afara acestor laboratoare, în care bolnavul este examinat prin intermediul unor aparate, au luat o mare dezvoltare şi laboratoarele de analize medicale.

1.3. MĂSURI DE TEHNICA SECURITĂŢII MUNCII ÎN LABORATOARE

În lucrările de laborator se utilizează de cele mai multe ori produse de examinat, provenite de la persoane sau ani-

Scanned with OKEN Scanner

male bolnave. Alteori, în tehnicile utilizate se folosesc reactivi vătămători sănătăţii, care pot da naştere la accidente.

Pentru prevenirea accidentelor de muncă şi bolilor profesionale este necesar a se respecta măsurile de protecţie a muncii.

1.3.1. Măsuri privind locul de muncă

La locul de muncă din laborator trebuie păstrată o curăţenie şi o ordine desăvîrşită.

Mesele de lucru din laborator trebuie să fie acoperite cu plăci de faianţă, cu marmură, lavă, material plastic sau lemn impregnat pentru a putea fi spălate şi dezinfectate.

Spălarea se face cu apă şi săpun, iar dezinfectarea se face zilnic sau ori de cîte ori au fost murdărite cu produse infectate, utilizîndu-se sublimat corosiv 1‰,cloramină 1%, acid fenic 5%, sau detergenţi (bromocet 10%) etc.

Pe mesele de lucru nu trebuie să se ţină decît materialele necesare analizelor din ziua respectivă.

În chiuvete nu se vor vărsa soluţii caustice, hîrtii sau sticle sparte.

Pardoseala nu se mătură, ci se spală cu apă cu sodă sau cu soluţii dezinfectante (fenol, crezol, lizol).

Laboratoarele vor fi dotate cu truse de prim-ajutor medical.

De asemenea, ele vor fi dotate cu extinctoare pentru utilizare în caz de incendiu.

Scanned with OKEN Scanner

1.3.2. Măsuri privind desfăşurarea muncii

Personalul din laborator va folosi echipamentul de protecţie în funcţie de locul de muncă al fiecăruia. Astfel, întregul personal va lucra în halate albe, iar în spălătorii şi în crescătorii de animale, sau în alte locuri speciale, cu cizme de cauciuc, mănuşi de cauciuc, mască de tifon etc.

În timpul lucrului, circulaţia dintr-o încăpere într-alta trebuie redusă la minimum, pentru a se evita producerea curenţilor de aer care pot antrena pulberi, gaze sau produse infecţioase.

Fumatul şi consumarea de alimente în laborator sînt interzise.

Pentru preîntîmpinarea transmiterii diferitelor boli, pe masa de lucru se va ţine un pahar cu amestec sulfo-cromic în care se depun pipetele infectate.

Lîngă masa de lucru se va ţine o găleată cu capac, pentru depunerea materialelor .utilajelor şi produselor infectate. La terminarea lucrului, această găleată se sterilizează la autoclav şi numai după sterilizare, conţinutul poate fi spălat.

Instrumentele utilizate în timpul manipulării materialului infecţios vor fi sterilizate prin flambare, prin fierbere timp de 30 min , prin autoclavare sau cu substanţe chimice.

Pentru a nu aspira în gură, din neatenţie, produsele infectate, pipetele vor fi prevăzute cu filtru de vată.

Masa de lucru, la care se efectuează lucrări de bacteriologie va fi acoperită cu o hîrtie de filtru îmbibată într-o soluţie antiseptică (sublimat corosiv 1‰).

La operaţiile de inoculare a mediilor de cultură, pentru a proteja operatorul şi mediul de cultură de o eventuală contaminare,

Scanned with OKEN Scanner

se va flamba gîtul eprubetei sau al flaconului, la deschiderea şi închiderea lor.

Dacă, în timpul manipulării, recipientele ce conţin culturi microbiene se sparg, pe toată suprafaţa infectată se va turna sublimat 1‰

O atenţie deosebită se va acorda dezmuştizării. In acest scop, ferestrele laboratorului vor fi dotate cu pînză metalică, iar în interior se vor pulveriza insecticide.

În laboratoarele în care se lucrează cu substanţe volatile toxice, aceste substanţe vor fi manipulate în nişe special ventilate.

Cînd se utilizează substanţe inflamabile, ferestrele încăperii vor fi larg deschise şi se vor stinge toate becurile de gaz.

Păstrarea substanţelor chimice se va face numai în recipiente bine închise şi etichetate.

Substanţele inflamabile nu vor fi ţinute în laborator, iar cele otrăvitoare se vor păstra în dulapuri încuiate.

Personalul care lucrează cu animale de laborator, după terminarea lucrului se va spăla pe mîini cu o soluţie de sublimat 1‰, iar la ieşirea din vivarium, îşi va şterge tălpile pe un preş înmuiat în sublimat 1‰.

Se va avea grijă ca gunoaiele care provin de la animale să se depună într-un loc special amenajat care să se dezinfecteze periodic, sau să fie duse direct la crematoriu.

După fiecare lucrare, personalul trebuie să se spele pe mîini.

Dintre aparatele de laborator care ar putea produce accidente de muncă, se menţionează aparatura electrică, centrifuga, autoclavul şi microtomul. Pentru a evita accidentele de electrocutare, este necesar ca aparatura electrică să fie legată la pămînt.

Scanned with OKEN Scanner

Centrifugarea produselor se va face numai în aparate cu capacul închis.

Mînuirea cuţitelor de microtom trebuie să se facă cu cea mai mare atenţie. La sterilizarea prin autoclavare există pericolul exploziei autoclavului, pericol care se evită supraveghind desfăşurarea sterilizării, respectînd instrucţiunile de autoclavare şi verificînd funcţionarea supapei de siguranţă.

Nu este permis să se lucreze cu aparate cărora nu li se cunoaşte modul de utilizare.

1.4. MĂRIMI FUNDAMENTALE ŞI UNITĂŢI DE MĂSURĂ UTILIZATE ÎN LABORATOR

În laboratoare se efectuează analiza unor produse biologice. Examenele de laborator constau în determinarea caracteristicilor fizice (volumul, densitatea, cantitatea, temperatura, potenţialul electric, rezistivitatea sau conductibilitatea electrică, punctul de congelare, indicele de refracţie, unghiul de rotire a luminii polarizate, viteza de deplasare în cîmpul electric), compoziţia chimică etc.

Prin urmare, atunci cînd se efectuează o analiză de laborator, se execută diferite măsurători.

Pentru a se putea compara rezultatele obţinute în diferite laboratoare, este necesar ca măsurătorile respective să fie făcute după norme stabilite pe plan internaţional.

Sistemul internaţional SI, la care a aderat şi ţara noastră prevede unităţile de măsură arătate în tabela 1.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 1

Principalele mărimi fundamentale şi unităţile de măsură din Sistemul Internaţional

Mărimea	Simbolul mărimii	Unitatea de măsură	Simbolul unităţii de măsură
lungimea	l	metrul	m
masa	m	kilogramul	kg
timpul	t	secunda	s
intensitatea curentului electric	I, i	amperul, gradul	A
temperatura termo-dinamică	T	Kelvin	0_K
intensitatea iluminării	ϕ	Candela	Cd

Unităţile de măsură din Sistemul Internaţional cresc şi descresc din zece în zece. Multiplii şi submultiplii acestora se desemnează punînd înaintea cuvîntului care indică unitatea de măsură prefixul corespunzător din tabela de mai jos. Simbolul multiplului sau submultiplului va rezulta punînd simbolul prefixului respectiv înaintea simbolului unităţii de măsură (tabela 2).

Tabela 2

Prefixele zecimale (metrice)

Raportul faţă de unitatea etalon	Denumirea prefixului	Simbolul
10^{12}	Tera	T
10^{9}	Giga	G
10^{6}	Mega	M

(continuare tabela 2)

Raportul faţă de unitatea etalon	Denumirea prefixului	Simbolul
10^{3}	Kilo	k
10^{2}	Hecto	h
10^{1}	Deca	da
10^{-1}	Deci	d
10^{-2}	Centi	c
10^{-3}	Mili	m
10^{-6}	Micro	μ
10^{-9}	Nano (milimicro)	n
10^{-12}	Pico (micromicro)	p

De exemplu: a suta parte dintr-un metru este centimetrul, al cărui simbol este cm.

1.4.1. Unităţile de măsură ale diferitelor mărimi

a) Lungimea are ca unitate de măsură metrul.

Metrul (m). Prin convenţia internaţională stabilită în 1889 la Conferinţa Generală de Măsură şi Greutăţi de la Paris s-a hotărît să se adopte drept unitate de lungime, lungimea porţiunii cuprinse între două zgîrieturi fine trasate pe o riglă de platină iridiată, la temperatura de 0^{o}C. Această lungime este metrul etalon internaţional şi se păstrează la Biroul Internaţional de la Sèvres (Franţa).

Recent, metrul se defineşte ca un multiplu al lungimii de undă a radiaţiei emise (în condiţii standard) de atomul de Krypton 86.

Scanned with OKEN Scanner

Acest etalon corespunde aproximativ unei mărimi egale cu a 40-a milioană parte din meridianul Pământului.

Multiplii şi submultiplii metrului:

1 km (kilometru)	= 1000 m	
1 hm (hectometru)	= 100 m	
1 dam (decametru)	= 10 m	
1 dm (decimetru)	= 0,1 m	
1 cm (centimetru)	= 0,01 m	$= 10^{-2}$ m
1 mm (milimetru)	= 0,001 m	$= 10^{-3}$ m
1 μm (micrometru sau micron)	= 0,000001 m	$= 10^{-6}$ m
1 nm (nanometru sau milimicron)		$= 10^{-9}$ m
1 Å (Angström)	= 1/10 nm	$= 10^{-10}$ m
1 pm (picometru)		$= 10^{-12}$ m
1 X (Ics)	= 0,001 Å	$= 10^{-13}$ m

b) Suprafaţa are ca unitate de măsură metrul pătrat (mp sau m^2).

Metrul pătrat este suprafaţa unui pătrat cu latura egală cu un metru. Multiplii şi submultiplii metrului pătrat cresc şi descresc din 100 în 100.

1 damp (decametrul pătrat) = 1 a (ar) = 100 mp
1 hmp (hectometrul pătrat) = 1 ha (hectar) = 100 ari = 10 000 mp
1 mp (metru pătrat) = 100 dmp (decimetri pătraţi) =
= 10 000 cmp (centimetri pătraţi) = 1 000 000 mmp (milimetri pătraţi)

c) Volumul are ca unitate de măsură metrul cub (mc sau m^3).

Metrul cub (mc) este volumul unui cub cu latura de 1 m.

Multiplii şi submultiplii metrului cub cresc şi descresc din mie în mie:

1 damc (decametru cub) = 1 000 mc = 10^3 mc
1 hmc (hectometru cub) = 1 000 damc = 10^6 mc
1 kmc (kilometru cub) = 1 000 hmc = 10^9 mc
1 mc (metru cub) = 10^3 dmc (decimetri cubi) = 10^6 cmc (centimetri cubi) = 10^9 mmc (milimetri cubi).

d) Masa are ca unitate de măsură gramul (g). Etalonul luat drept unitate de măsură este kilogramul (kg). Kilogramul este egal cu masa prototipului internaţional stabilit la Congresul de la Paris din 1889. Masa acestui etalon este egală cu masa unui dmc de apă distilată, la temperatura de +4°C. A mia parte dintr-un kilogram este gramul (g). Gramul reprezintă, deci, greutatea unui cmc de apă distilată la +4°C.

Multiplii şi submultiplii gramului cresc şi descresc din 10 în 10.

1 g = 10 dg = 100 cg = 1000 mg = 10^6 μg
1 000 g = 1 kg
100 kg = 1 Q (chintal)
1 000 kg = 1 T (tonă)

e) Capacitatea are ca măsură litrul (ℓ), care este egal cu capacitatea unui decimetru cub de apă distilată la +4°C. Masa unui litru de apă distilată la +4°C este egală cu 1 kg.

Aşadar, între unităţile de volum, capacitate şi masă există următoarele corespondenţe:

1 dmc = 1 ℓ = 1 kg; 1 cmc = 1 mℓ = 1 g.

f) Densitatea (D) este mărimea care reprezintă masa unității de volum. Se mai numeşte greutate specifică sau masă specifică. Unitatea de măsură a densității este o unitate absolută, derivînd din greutate şi volum:

$$D = \frac{G}{V}$$

D = densitatea
G = greutatea
V = volumul

g) Forţa are drept unitate de măsură kilogramul-forţă (kgf), care este forţa cu care este atrasă de gravitatea terestră masa de 1 kg la nivelul mării şi la latitudinea de 45^{o}.

h) Timpul măsoară durata fenomenelor şi are drept unitate de măsură secunda (s). Secunda reprezintă 1/86 400 parte din ziua medie solară a anului tropic.

Multiplii secundei sînt minutul (min) = 60 s şi
ora (h) = 60 min.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

2. APARATE ŞI UTILAJE FOLOSITE ÎN LABORATOR

2.1. GENERALITĂŢI

În laboratorul de analize medicale se efectuează o serie de măsurători, pentru a se aprecia cantitatea unor produse biologice, proprietăţile fizice şi compoziţia chimică a acestora, conţinutul lor în substanţe străine sau infectarea lor cu microorganisme.

Pentru aceasta, în laboratoare se utilizează o serie de aparate, sticlărie şi utilaje.

Aparatura de sterilizare serveşte la distrugerea bacteriilor şi virusurilor care se află în produsele biologice, în mediile de cultură, în materialele şi utilajele utilizate în lucrările de bacteriologie şi virusologie.

Din această categorie fac parte: fierbătorul de instrumente, autoclavele, cuptoarele de sterilizat, etuvele, lămpile de sterilizat cu raze ultraviolete ş.a.

Aparatura pentru distilare este folosită la prepararea apei distilate, bidistilate şi tridistilate, necesară pentru spălarea sticlăriei şi prepararea soluţiilor din laborator.

Din această categorie fac parte aparatele de distilat şi bidistilat, aparatul de extracţie a grăsimilor şi diferitelor tipuri de refrigerente.

Aparatura de cîntărire. Operaţia de cîntărire se efectuează în laborator pentru prepararea soluţiilor şi pentru efectuarea analizelor gravimetrice. Din această categorie fac parte cumpăna de mînă, balanţa simplă balanţa analitică ş.a.

Aparatura de centrifugare. Centrifugele de laborator servesc la separarea suspensiilor pe baza forţei centrifuge. Din această categorie fac parte centrifugele cu cupe mobile, cele cu înclinaţie fixă, centrifugele cu răcire, ultracentrifugele şi altele.

Aparatura de filtrare se utilizează pentru separarea suspensiilor prin reţinerea lor prin membrane poroase.

Băile de laborator. Pentru încălzirea şi ţinerea unor produse la temperatură constantă se utilizează diferite tipuri de băi:

- baie cu ochiuri şi cu nivel constant;
- baia de inactivat sînge;
- băi ultratermostat;
- baia de nisip ş.a.

Aparatura pentru fărîmiţarea substanţelor solide: mojare, mori, site.

Aparatura pentru secţionarea ţesuturilor: microtoame.

Agitatoare: agitatoarele servesc la prepararea suspensiilor coloidale şi amestecarea soluţiilor.

Termostate - etuve. Termostatele sînt aparate care se utilizează pentru menţinerea temperaturii constante între 25 şi 56° C. Etuvele termoreglabile menţin temperaturi constante între 35 şi 250°C.

Aparatura pentru temperaturi scăzute: răcitoare cu gheaţă, frigidere electrice, vase Dewar cu aer lichid, criostate, crioscoape ş.a.

Scanned with OKEN Scanner

Aparatura de vid şi presiune.

Aparatura pentru măsurarea electricităţii: ampermetre, voltmetre, galvanometre, aparatura pentru măsurarea conductibilităţii şi rezistivităţii, aparatura pentru măsurarea concentraţiei ionilor de hidrogen, aparatura de electroforeză, aparate de măsurat particule ş.a.

Aparatura pentru măsurarea timpului.

Aparate meteorologice.

Aparate optice: lentile, microscoape, refractometre, colorimetre, fotometre, spectrometre, spectrofotometre ş.a.

2.2. STICLĂRIA DE LABORATOR

În laborator se utilizează o serie întreagă de obiecte de sticlă, de formă şi capacitate variată şi care servesc în scopuri diferite.

Unele servesc la păstrarea reactivilor solizi sau lichizi: flacoanele şi baloanele.

Altele servesc la măsurarea volumelor lichidelor: pipete gradate, cilindri şi pahare gradate, menzuri, baloane cotate, biurete ş.a.

În sfîrşit, altele permit efectuarea diferitelor operaţii de laborator: eprubete, pahare, baloane, capsule, cristalizoare, sticle de ceas, fiole de cîntărit etc. (fig. 2.1).

Scanned with OKEN Scanner

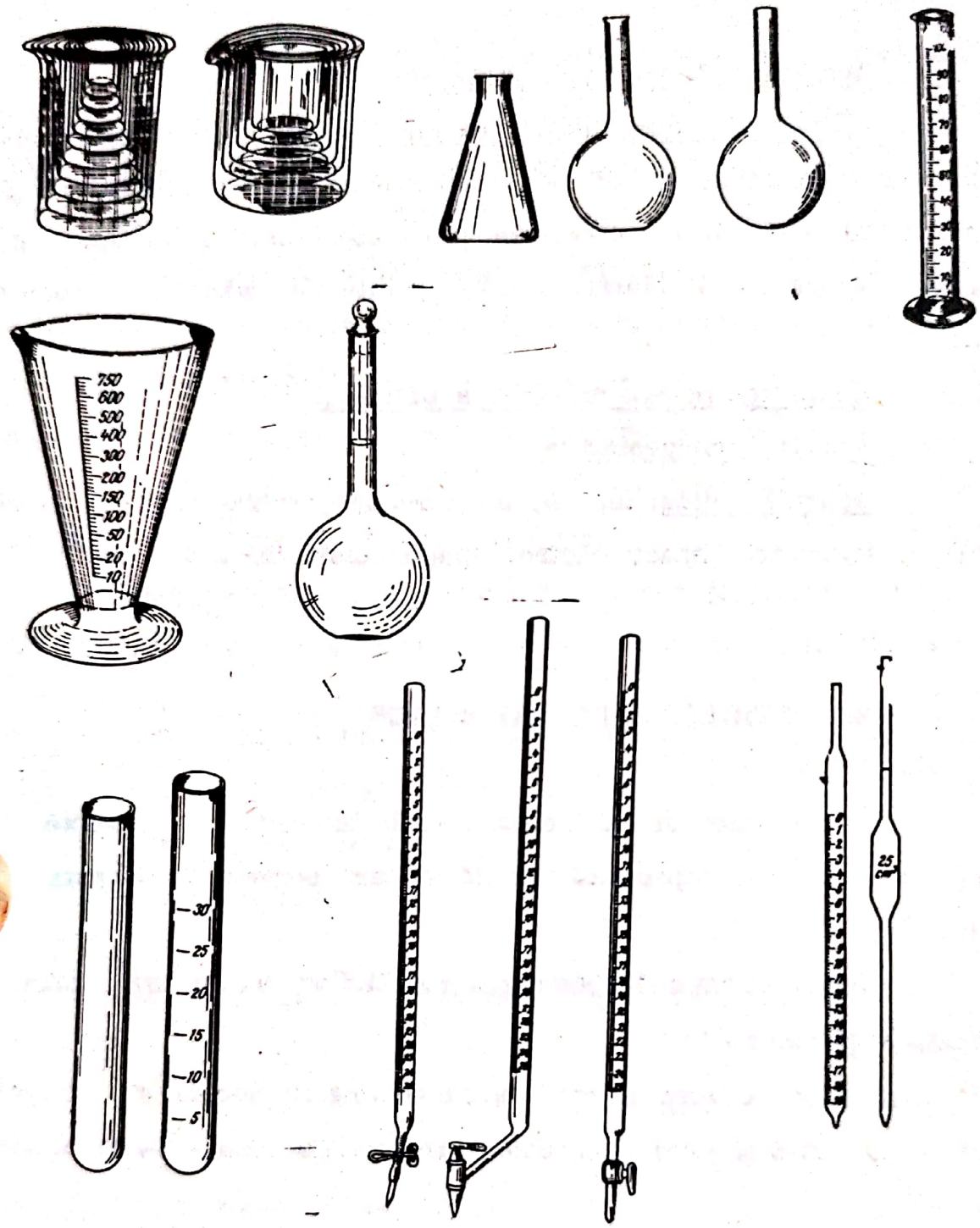


Fig.2.1. Sticlărie de laborator:

a- serie de pahare Berzelius; b- serie de pahare Griffin; c- balon Erlenmayer; d- balon cu fund rotund; f- cilindru gradat; g- pahar conic gradat; h- balon cotat; i- biuretă fără robinet; j,k- biurete cu robinet; l- eprubetă simplă; m- eprubetă gradată; n- pipetă gradată; o- pipetă cotată.

Scanned with OKEN Scanner

2.3. ALTE UTILAJE FOLOSITE ÎN LABORATOR

În laborator se mai utilizează şi o serie de utilaje din metal sau lemn.

Pirostriile sau trepiedele sînt suporturi de metal în formă de cerc susţinute de trei picioare (fig. 2, 2, c).

Aceste suporturi se utilizează pentru a se aşeza deasupra unei flăcări recipientele ce urmează a fi încălzite. Pentru a se evita contactul direct cu flacăra, pe pirostrie se aşază întîi o pînză metalică cu placa de azbest (fig. 2. 2, d).

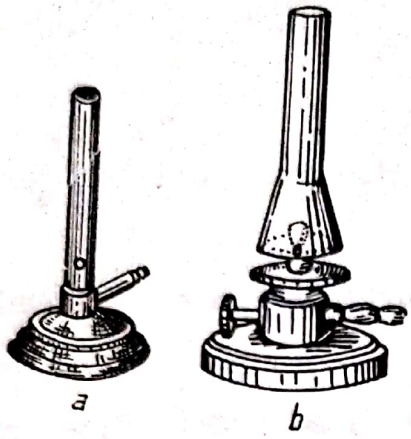
Flacăra este obţinută în becuri metalice de tip Bunsen şi de tip Teclu alimentate cu gaze naturale sau cu aragaz (fig. 2. 2, a, b,).

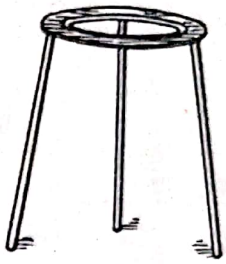
În lipsa acestor becuri se pot utiliza şi lămpi de spirt.

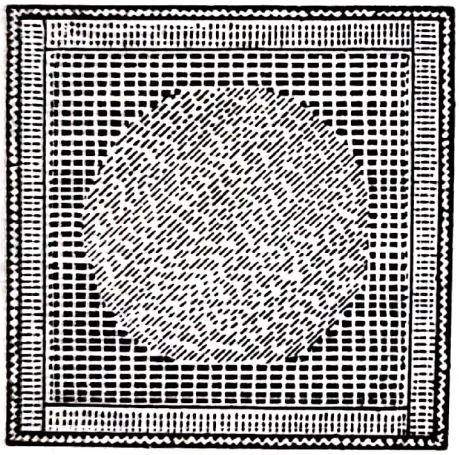
Stativul metalic este o vergea de fier verticală, fixată pe un suport în formă de placă dreptunghiulară sau cu trei picioare. De stativ se fixează, cu ajutorul clemelor şi mufelor diferite vase, biurete sau aparate de sticlă.

Inelele se fixează cu ajutorul mufelor de stativ şi servesc la susţinerea pîlniilor în operaţii de filtrare. Pentru realizarea vidului, se utilizează trompa de vid (fig. 2. 2, e, f) cu apă, care se adaptează la robinet printr-un tub de cauciuc mai gros. În laborator trebuie să existe termometre de 250-300 ^{o}C, foarfece, bisturie, pense, perforatoare pentru dopuri, mojare de porţelan, stative de lemn pentru eprubete, seringi I. T. M. şi seringi Luer, împreună cu ace de diferite calibre.

Scanned with OKEN Scanner







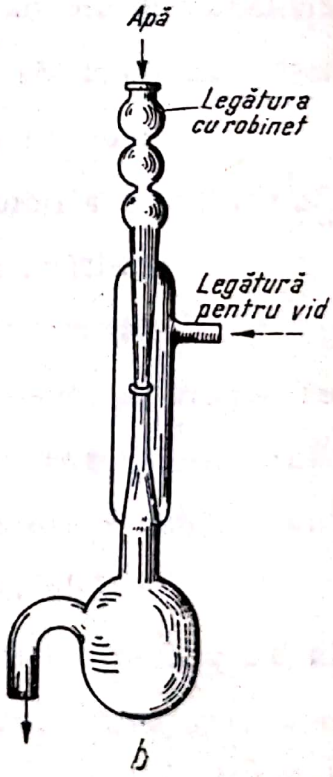


Fig.2.2. Diferite utilaje de laborator:
a- bec Bunsen; b- bec Teclu; c- pirostrie; d- sită metalică cu azbest; e,f- trompe de vid.

Scanned with OKEN Scanner

3. APARATURĂ PENTRU MĂSURAREA GREUTĂŢII CORPURILOR

BALANŢE

Corpurile sînt atrase de pămînt cu o forţă proporţională cu masa lor şi cu acceleraţia gravitaţiei. Întrucît acceleraţia gravitaţiei variază cu latitudinea este evident că şi greutatea se va schimba cu latitudinea, deşi masa corpului rămîne aceeaşi. Greutatea corpurilor se poate determina fie măsurînd forţa cu care este atrasă masa corpului respectiv, fie comparînd masa lui cu o masă cunoscută.

Pentru prima metodă se utilizează dinamometrele după cum se va vedea mai departe, iar pentru cea de-a doua se utilizează balanţele.

Balanţele sînt aparate pentru măsurarea greutăţii şi a masei corpurilor. Balanţele din laborator sînt construite pe principiul pîrghiilor de ordinul I, deoarece la capătul unei pîrghii acţionează o forţă care echilibrează o altă forţă, situată la celălalt capăt. Cele două braţe ale pîrghiei sînt egale dacă punctul de sprijin este situat la mijlocul pîrghiei. Dacă punctul de sprijin este mai apropiat de una din forţe, balanţa va avea braţe inegale.

3.1. BALANŢE CU BRAŢE EGALE

Balanţa cu braţe egale este o pîrghie de ordinul I cu ajutorul căreia se pot determina greutatea şi masa corpurilor prin operaţia de cîntărire.

Pentru echilibrul balanţei este necesar să se utilizeze greutăţi egale cu cele care sînt de măsurat.

a. Cumpăna de mînă

Cea mai simplă balanţă cu braţe egale este cumpăna de mînă.

Acest tip de balanţă permite o cîntărire rapidă şi se utilizează în farmacii, laboratoare de analize şi laboratoare fotografice.

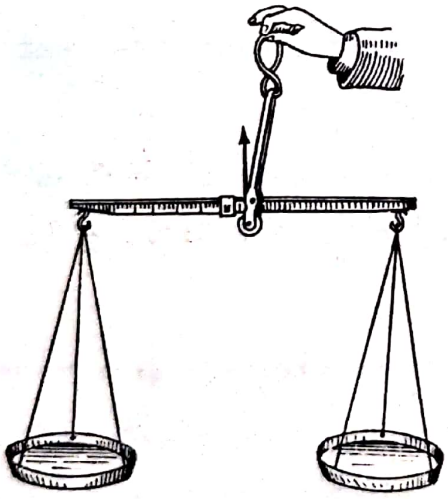


Fig. 3.1. Cumpăna de mînă

Cumpăna de mînă (fig. 3.1) este formată dintr-o pîrghie străbătută la mijloc de un ax care reprezintă cuţitul central. Acesta, în loc să se spijine pe un picior, este atîrnat de un cîrlig. La cele două capete ale pîrghiei sînt fixate platanele prin intermediul unor sforicele. La centrul pîrghiei este fixat un ac indicator care arată că balanţa este în echilibru, cînd indicatorul se opreşte în faţa unui reper fixat pe cîrligul pe care se spijină balanţa. Pe unul din braţe, care este gradat în 100 de părţi egale, se poate deplasa un cursor, a cărui greutate poate fi de 1,0; 5 sau 10 g. Cursorul permite să se echilibreze balanţa fără a mai utiliza greutăţi subdivizionare. O astfel de balanţă, dacă are cursor de 1 g,

Scanned with OKEN Scanner

poate echilibra greutăţi între 1 g şi 0,01 g. Sensibilitatea acestui tip de balanţă este însă redusă.

b. Balanţa farmaceutică

Acest tip de balanţă se utilizează cel mai frecvent în farmacii şi laboratoare. Schema unei astfel de balanţe se poate vedea în figura 3.2. Balanţa este montată pe un suport D format dintr-o placă de lemn sau marmură sau dintr-o cutie de lemn. Pe acest suport este montat piciorul S al balanţei care, la partea superioară, are un plan de metal P_1. Pe acest plan este fixată o placă de agat sau de oţel dur pe care se sprijină muchia cuţitului C_1, situat la mijlocul pîrghiei balanţei. Pîrghia balanţei B_1-B_2 este făcută dintr-un metal uşor şi rezistent. La mijlocul ei este aşezat - după cum s-a arătat - cuţitul C_1 de forma unei prisme triunghiulare. Acest cuţit este din oţel sau dintr-un cristal dur, iar muchia lui se spijină pe placa P_1. La capetele pîrghiei se află fixate cuţitele C_2 şi C_3 care sînt tot din oţel sau cristal dur, avînd muchia orientată în sus. Muchiile cuţitelor C_1, C_2 şi C_3 sînt situate în linie dreaptă. Pe cuţitele C_2 şi C_3 se sprijină, pe cîrlige speciale, talerele balanţei P_2 şi P_3. Talerele sau discurile balanţei au aceeaşi greutate. La mijlocul pîrghiei balanţei este fixat un ac indicator A care se mişcă în faţa unei scări

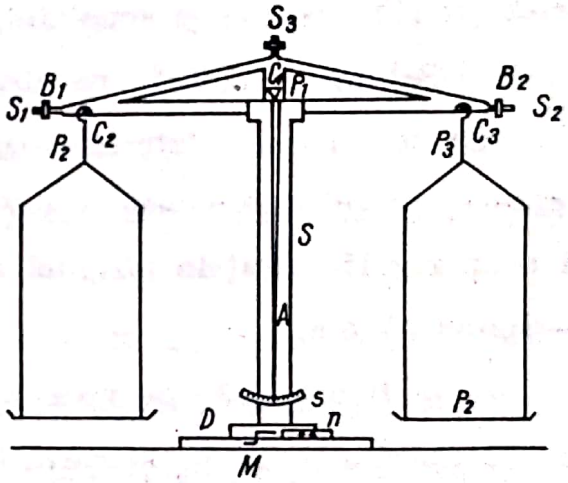


Fig. 3.2. Schema balanţei farmaceutice.

gradate s. Balanţa este prevăzută cu o nivelă cu apă n´cu ajutorul căreia se aşază în poziţie orizontală. In lipsa nivelei cu apă, balanţa poate avea un fir cu plumb.

Balanţa farmaceutică sau balanţa tehnică de laborator mai poate avea un sistem de pîrghii acţionate printr-o manetă M, cu ajutorul cărora se poate ridica pîrghia de pe cuţite, evitîndu-se astfel uzarea lor.

c. Balanţa analitică

Balanţa analitică este o balanţă de mare precizie, care, prin construcţie, îndeplineşte calităţile unei balanţe bune, adică este stabilă, fidelă, exactă şi sensibilă.

Balanţa analitică are pîrghia în formă de romb sau de triunghi. Ea este făcută dintr-un aliaj rigid şi uşor, prezentînd o serie de goluri special tăiate pentru a fi cît mai uşoară, rămînînd în acelaşi timp rigidă. Braţele pîrghiei sînt riguros exacte, lungimea lor nedepăşind 15 cm.

În figura 3.3 se vede schema pîrghiei unei balanţe analitice. Suruburile S_1 şi S_2 servesc la reglarea exactităţii balanţei, iar şurubul S_3 serveşte la reglarea sensibilităţii prin deplasarea centrului de greutate.

Se observă că, faţă de balanţa farmaceutică, mai are o bară B-B', de lungime egală cu aceea a braţelor pîrghiei, montată pe pîrghie. Fiecare braţ al acestei bare este divizat în 100 de diviziuni. Pe această bară poate fi pus un cavaler din sîrmă subţire de aluminiu de 1 cg. Acest cavaler, dacă este aşezat la diviziunea 100 a barei, va cîntări 1 cg. La fiecare diviziune de pe braţ, cavalerul va

avea valoarea diviziunii înscrise pe braţ. La diviziunea 50 va avea valoarea 5 mg, la diviziunea 10 - 1 mg, iar la diviziunea 1 - 0,1 mg.

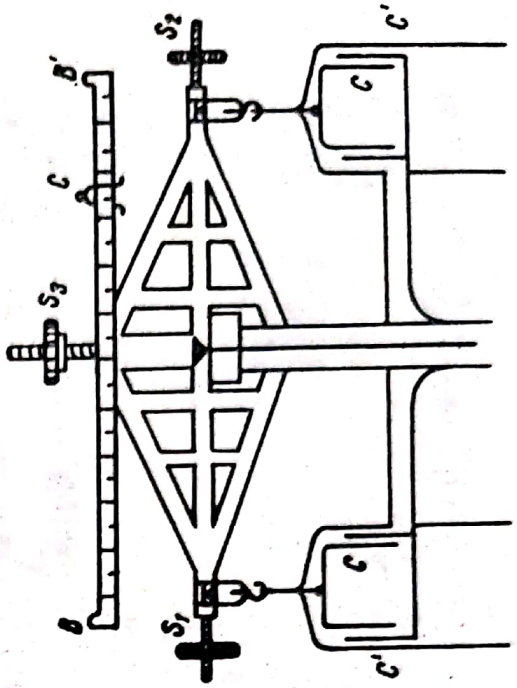


Fig. 3.3. Schema pîrghiei balanţei analitice.

În schema prezentată se mai observă două dispozitive cilindrice C şi C' care au rolul de a amortiza mişcările braţelor balanţei. Dispozitivul amortizor este format dintr-un clopot cilindric suspendat de cadrul talerului. Acest clopot pătrunde în alt clopot cilindric, situat cu gura în sus şi fixat pe o bară, legată de piciorul balanţei. Cînd se mişcă pîrghia balanţei, se mişcă şi aceste clopote, intrînd sau ieşind din clopotul fixat. Datorită elasticităţii aerului care se comprimă între cele două clopote, se produce amortizarea oscilaţiilor balanţei.

La balanţele farmaceutice există un dispozitiv de amortizare mai simplu, format dintr-o lamă uşoară de metal, fixată la capătul de jos al acului indicator. Această lamă se mişcă într-un vas în care se pune un lichid vîscos - glicerină sau ulei de vaselină. Lichidul vîscos va amortiza oscilaţiile acului balanţei.

Balanţa de precizie este montată într-o cutie cu pereţii de sticlă, pentru a fi ferită de praf, de lovituri şi de curenţi (fig. 3.4).

Cutia balanţei are un perete frontal care se ridică şi pereţi laterali care se deschid, pentru a putea introduce proba de cîntărit şi greutăţile. În cutia balanţei se poate introduce un vas cu substanţe higroscopice, pentru a reduce la minimum umiditatea atmosferei şi a feri astfel organele balanţei de ruginire.

Scanned with OKEN Scanner

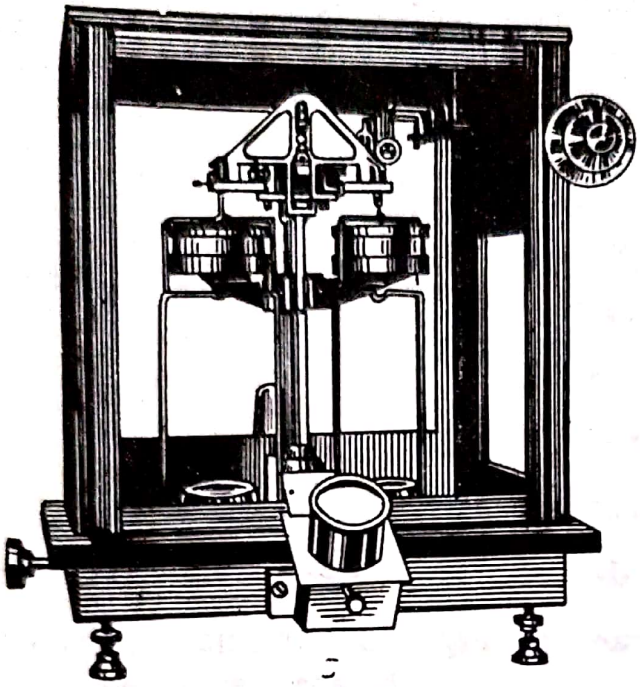


Fig. 3.4. Balanţa analitică

Balanţa analitică mai are un dispozitiv de blocare a pîrghiei, care, în timpul cît nu funcţionează şi în timpul încărcării, se ridică de pe cuţite, evitînd astfel deteriorarea acestora. Acul indicator al balanţei analitice se mişcă în faţa unei scări gradate. Acestea se pot observa cu ochiul liber cu ajutorul unei lupe. La balanţele moderne, cum sînt cele din figura 3.4, acul poartă la partea inferioară o plăcuţă de sticlă, pe care sînt gravate o serie de diviziuni care sînt proiectate, prin intermediul unui sistem de lumină, pe o scală de sticlă mată ce se află în partea anterioară a balanţei. Această scală mai are un buton suplimentar pentru aducerea punctului zero, marcat pe scală, în dreptul punctului zero de pe acul indicator al balanţei.

Cîntărirea la balanţele analitice este o operaţie laborioasă. Pentru scurtarea timpului de lucru, prin eliminarea timpului necesar introducerii sau scoaterii greutăţilor, balanţele moderne au dispozitive de cîntărire cu călăreţi. O astfel de balanţă are o bară orizontală fixată pe vergeaua care susţine talerul din stînga. Pe această bară se pot aşeza călăreţii care sînt manevraţi cu ajutorul unor pîrghii, acţionate prin rotirea unui disc situat în afara cutiei balanţei. Pe aceste discuri sînt gravate cifre care indică valoarea greutăţii călăreţilor aşezaţi pe bară, citirea făcîndu-se în dreptul unui reper.

Scanned with OKEN Scanner

Există balanţe care au un singur dispozitiv de cîntărire cu călăreţi, pentru greutăţile sub 1 g. Alte balanţe au două sau chiar trei dispozitive de cîntărire cu călăreţi. Aşa, de exemplu, balanţa Sartorius are trei serii de discuri pentru aşezarea călăreţilor: una pentru greutăţi de la 10 mg la 1 g, alta pentru greutăţi de la 1 la 10 g şi cea de-a treia serie pentru greutăţi de la 10 la 190 g.

3.2. BALANŢE CU BRAŢE NEEGALE

Acestea se caracterizează prin faptul că, avînd braţele neegale, cu o greutate mică se poate echilibra o încărcătură mult mai mare.

a. Decimalul

Este o balanţă cu braţe neegale, utilizată în comerţ pentru a cîntări greutăţi mari. Braţul forţei fiind de 10 ori mai mare decît braţul rezistenţei, cu o greutate se poate echilibra o cantitate de 10 ori mai mare.

3.3. TRUSE CU GREUTĂŢI

Pentru efectuarea cîntăririlor se folosesc greutăţi. Greutăţile sînt marcate de serviciile de metrologie. Greutăţile pentru laborator sînt submultipli ai kilogramului şi sînt confecţionate din fontă. Pentru a evita oxidarea lor, ele sînt aurite sau nichelate. Greutăţile se păstrează în cutii speciale, pentru a fi ferite de depunerea

Scanned with OKEN Scanner

prafului. Ele se manipulează cu ajutorul penselor, pentru a nu le impurifica prin prinderea lor cu degetele.

Trusele cu greutăţi pentru balanţa analitică vor cuprinde următoarele greutăţi:

1 bucată de 50 g;
1 bucată de 20 g;
2 bucăţi de 10 g;
1 bucată de 5 g;
2 bucăţi de 2 g;
1 bucată de 1 g.

Greutatea lor totală este de 100 g.

În cutia de greutăţi analitice există un compartiment acoperit cu un capac de cristal, în care se păstrează greutăţile subdivizionare ale gramului. Acestea sînt făcute din plăcuţe subţiri din nichel sau de aluminiu şi au greutăţi cuprinse între 5 dg şi 1 mg.

Există şi cutii speciale numai pentru astfel de greutăţi.

O cutie mică pentru greutăţi subdivizionare conţine:

1 greutate de 0,5 g	1 x 0,2 g	2 x 0,1 g
1 x 0,05 g	1 x 0,02 g	2 x 0,01 g
1 x 0,005 g	1 x 0,002 g	2 x 0,001 g

Greutatea lor totală este de 1 g.

3.4. OPERAŢIA DE CÎNTĂRIRE

A cîntări înseamnă a determina greutatea sau masa unui corp, prin compararea cu masa unor corpuri cunoscute, care sînt greutăţile marcate.

Scanned with OKEN Scanner

a. Determinarea punctului zero

Înainte de a efectua o cîntărire, este necesar să se determine punctul zero al balanţei şi să i se cunoască sensibilitatea.

Punctul zero este diviziunea de pe scală în dreptul căreia se opreşte acul indicator, cînd se stabileşte echilibrul ei fără încărcătură. La balanţele cu citire prin proiecţia scalei, după oprirea acului indicator, se manevrează şurubul de reglare al punctului zero, pînă cînd diviziunea zero de pe scală coincide cu cea a geamului mat.

La balanţele cu citire directă, după oprirea oscilaţiilor, dacă acul nu se opreşte în dreptul punctului zero, se consideră drept punct zero diviziunea la care s-a oprit acul.

Dacă balanţa nu are amortizoare de oscilaţie, pentru a nu aştepta pînă la încetarea oscilaţiilor, se citesc diviziunile succesive pînă la care oscilează acul, apoi se face media aritmetică a valorilor citite, şi valoarea obţinută reprezintă punctul zero. La efectuarea mediei aritmetice se va da semnul + diviziunilor din dreapta şi semnul - diviziunilor din stînga.

b. Determinarea sensibilităţii

S-a arătat că sensibilitatea unei balanţe este dată de mărimea unghiului de deviere a acului, cînd se adaugă o supraîncărcătură de 1 mg. În mod practic se procedează în felul următor:

- se determină punctul zero al balanţei;

- se pune pe unul din platane o greutate de 5 mg, observînd că acul indicator se va deplasa cu N diviziuni. Dacă pentru 5 mg acul s-a deplasat cu N diviziuni, pentru 1 mg, deplasarea corespunde la $\frac{N}{5}$ diviziuni.

Prin urmare, sensibilitatea balanţei pentru supraîncărcătura de 1 mg = $\frac{N}{5}$ diviziuni.

Inversul sensibilităţii este precizia. Precizia arată la cîte miligrame corespunde o diviziune de pe placă. In cazul dat, precizia este $p = \frac{5}{N}$.

Sensibilitatea variază cu încărcătura.

Pentru aceasta, este necesar să se determine sensibilitatea pentru diverse încărcături şi apoi să se construiască o curbă de sensibilitate.

După ce s-a determinat punctul zero şi sensibilitatea balanţei, se procedează la operaţia de cîntărire.

c. Metoda cîntăririi simple

Această metodă se foloseşte în mod uzual, deoarece este foarte rapidă:

- se determină punctul zero;
- se determină sansibilitatea şi precizia balanţei;
- se aşază corpul de cîntărit într-unul din platane, apoi se echilibrează balanţa cu greutăţi marcate. Greutăţile utilizate la echilibrarea balanţei reprezintă greutatea corpului.

Această metodă, deşi este rapidă, nu este suficient de precisă.

3.5. PRINCIPII DE ÎNTREŢINERE A BALANŢELOR

- Balanţele se păstrează în încăperi speciale - camere de balanţe. Aceste încăperi trebuie să fie ferite de trepidaţii.

- Balanţele se montează pe console fixate bine în zid. Nu se vor instala lîngă uşă, fereastră sau calorifer, pentru a nu fi expuse acţiunii variaţiilor de temperatură.

- Balanţele trebuie să fie ferite de acţiunea umezelii, precum şi de acţiunea substanţelor corosive. Pentru aceasta, în încăperile în care sînt instalate balanţe nu se vor fierbe reactivi şi nu se vor efectua lucrări cu acizi sau cu alte substanţe volatile.

- Încărcarea balanţei se face numai dacă pîrghia este ridicată de pe cuţite, pentru ca acestea să nu se deterioreze.

- După terminarea citirii, balanţa se curăţă cu o pensulă moale, înlăturîndu-se urmele de praf sau eventualele urme ale substanţelor cîntărite.

- Cîntărirea substanţelor se va face numai în fiole de cîntărirea sau în sticle de ceasornic, fiind strict interzisă depunerea substanţelor direct pe platane.

- După terminarea cîntăririi, balanţa se va descărca, pîrghia se va ridica de pe cuţite, lumina se va stinge şi balanţa se va acoperi cu o husă de material plastic.

- Balanţele tehnice se vor verifica anual, împreună cu greutăţile respective, iar cele analitice se vor verifica la 2 ani.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

4. DINAMOMETRIA

Pentru măsurarea forţelor se utilizează două metode: metoda dinamică şi metoda statică.

Metoda dinamică constă în determinarea elementelor din relaţia: F = m.a , adică se cîntăreşte corpul, se determină acceleraţia şi se efectuează produsul acestor două elemente, obţinîndu-se valoarea forţei în dyne. Metoda dinamică este greoaie. În practică, se utilizează metoda statică. Aceasta constă în compararea forţei care trebuie măsurată cu o forţă luată drept unitate de măsură.

Metoda statică se mai numeşte şi metoda dinamometrică. Această metodă se bazează pe proprietatea ce o au corpurile elastice de a se deforma sub acţiunea unei forţe, iar după ce încetează forţa respectivă, de a reveni la forma iniţială.

Aparatele construite pe această proprietate a corpurilor elastice se numesc dinamometre.

Dinamometrele medicale se utilizează pentru determinarea forţei musculare. Această măsurare este necesară pentru a evalua forţa musculară a persoanelor normale şi a bolnavilor, a sportivilor, elevilor, militarilor etc. Se mai utilizează, de asemenea, pentru a determina starea funcţională a nervilor motori.

Dinamometrul medical este format din două lame de oţel, articulate în formă de elipsă, care - prin strîngerea în mînă - se

turteşte după direcţia axei mici (fig. 4.1). Această deformare este transmisă, prin intermediul unor pîrghii şi rotiţe dinţate, unui indicator care se mişcă în faţa unui cadran, indicatorul rămînînd la poziţia maximă chiar după ce efortul muscular încetează . Dinamometrul este gradat în kilograme-forţă.

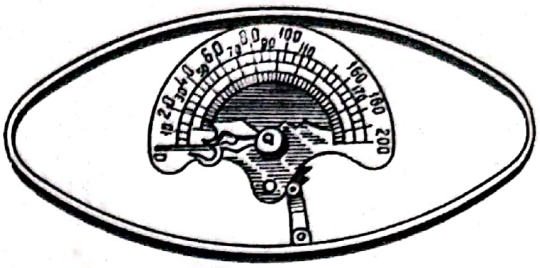


Fig. 4.1. Dinamometrul eliptic.

Dinamometrul din figura 4.1 se utilizează pentru determinarea muşchilor flexori ai antebraţului.

Se mai construiesc dinamometre pentru măsurarea forţei muşchilor flexori ai trunchiului, ai muşchilor scapulari sau ai altor grupe de muşchi.

Dinamometrele se mai folosesc şi în tehnică pentru determinarea rezistenţei la tracţiune, pentru determinarea puterii de tracţiune a animalelor şi motoarelor.

Dinamometrele se mai utilizează - după cum s-a văzut - şi pentru determinarea greutăţii absolute a corpurilor (fig. 4.2 şi 4.3.).

Lama elastică îndoită în V (fig. 4.2) se deformează sub acţiunea greutăţii. Deformarea se transmite printr-un sistem mecanic acului indicator, care va indica greutatea corpului.

În modelul cu resort în spirală, acesta se va alungi sub acţiunea unei greutăţi, iar acul indicator va arăta greutatea pe scală (fig. 4.3).

Scanned with OKEN Scanner

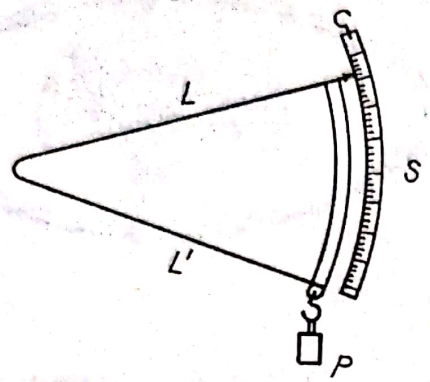


Fig. 4.2. Dinamometrul cu lamă elastică.

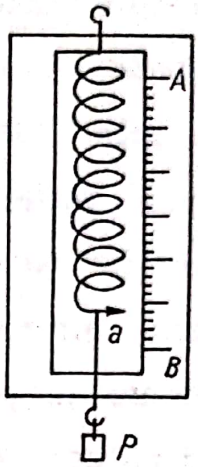


Fig. 4.3. Dinamometrul cu spirală

Întrebări recapitulative:

1. Ce sînt dinamometrele?
2. Cum se utilizează dinamometrele în medicină?

Scanned with OKEN Scanner

5. APARATE DE CENTRIFUGARE

Centrifugă este un aparat indispensabil oricărui tip de laborator medico-sanitar. Este utilizată în toate laboratoarele de analize medicale, în laboratoarele de igienă şi în laboratoarele de cercetări.

De asemenea, centrifuga de laborator se utilizează pe scară largă şi în laboratoarele din industria alimentară, industria chimică, laboratoarele de materiale de construcţii, de controlul medicamentelor ş.a.

Centrifuga se utilizează la separarea a două lichide nemiscibile cu densităţi diferite, la separarea suspensiilor solide dintr-un lichid, la separarea celulelor dintr-un lichid biologic, la extragerea lichidelor dintr-un corp poros ş.a.

În laboratorul de analize medicale, centrifuga are următoarele utilizări:

- centrifugarea sîngelui, pentru a separa serul de cheag sau pentru separarea plasmei de elementele figurate;
- centrifugarea sîngelui pentru determinarea volumului procentual al hematiilor (hematocritul);
- centrifugarea urinii pentru obţinerea sedimentului urinar şi apoi identificarea componentelor acestuia;
- centrifugarea lichidelor biologice, pentru a separa celulele care pot fi suspendate în aceste produse.

Scanned with OKEN Scanner

În bacteriologie, centrifuga se utilizează pentru sedimentarea bacteriilor ce se găsesc în diverse produse bacteriologice, ca spută, suc gastric, lichid duodenal, L.C.R. ş.a.

De asemenea, se utilizează pentru separarea bacteriilor aflate în suspensie în culturi.

În parazitologie se utilizează pentru separarea ouălor de paraziţi din suspensiile de fecale.

În laboratorul de chimie se utilizează pentru separarea suspensiilor solide, fracţionarea unor suspensii în ordinea greutăţii acestora, separarea lichidelor nemiscibile, separarea grăsimilor ş.a.

Centrifuga de laborator are următoarele părţi componente:

a) un ax vertical care imprimă viteza de rotaţie a produselor ce urmează a fi centrifugate;

b) motor electric, turbină cu apă sau dispozitiv manual, de rotire a axului;

c) rotorul căruia axul îi transmite mişcarea circulară;

d) cupele metalice în care se introduc eprubetele cu produsele de centrifugat;

e) carcasa centrifugei;

f) capacul carcasei;

g) indicatorul de turaţii;

h) eprubete pentru centrifugare.

Clasificarea centrifugelor

a) După modul de acţionare, se deosebesc centrifuge acţionate manual, acţionate electric sau cu turbină de apă.

b) După felul rotorului:

- centrifuge cu cupe mobile;

Scanned with OKEN Scanner

- centrifuge cu rotor cu înclinaţie fixă şi autoechilibrare.

c) După viteza de rotaţie:
   - centrifuge uzuale;
   - ultracentrifuge.

d) Centrifuge speciale:
   - centrifuge pentru hematocrit;
   - centrifugă pentru lapte;
   - centrifugă cu răcire.

5.1. DESCRIEREA TIPURILOR DE CENTRIFUGE

a. Centrifuga manuală

Centrifuga manuală (fig. 5.1) se utilizează în condiţii de campanie, în acţiuni sanitare pe teren şi în localităţi unde nu există curent electric.

Viteza de rotaţie este de cîteva sute pînă la o mie rotaţii pe minut, viteza care nu asigură un randament bun.

Părţile componente: Centrifuga prezintă un corp metalic prevăzut cu un şurub de fixare la masa de lucru. Corpul conţine mecanismul de transmitere a mişcării axului centrifugei. Acest mecanism se pune în mişcare cu ajutorul unei manivele acţionate manual. Axul centrifugei este prevăzut cu rulmenţi pe bile sau cu lagăre, pentru a reduce frecarea.

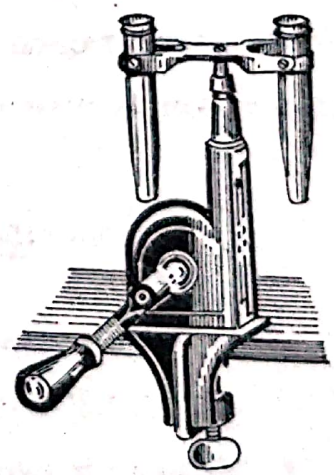


Fig. 5.1. Centrifugă

La partea exterioară a axului se înşurubează rotorul, care poate fi în formă de furcă dublă, dacă este pentru două tuburi, în formă de cruce, dacă este pentru patru tuburi şi în formă de stea, dacă este pentru şase tuburi.

În furcile rotorului sînt prinse cupele metalice în care se introduc eprubetele de centrifugat. Aceste cupe sînt mobile, putîndu-se mişca în planul vertical. In aceste cupe metalice se introduc eprubetele de sticlă sau de material plastic conţinînd produsul de centrifugat. Aceste eprubete au o capacitate de 15 ml. Inainte de a se introduce în cupele de centrifugare, eprubetele vor fi echilibrate la balanţă, pentru a nu se dezvolta forţe prea mari într-o parte şi să se încovoaie axul centrifugei.

În timpul rotirii din cauza forţei centrifuge, eprubetele sînt aduse în poziţie orizontală, deoarece forţa centrifugă acţionează asupra părţii libere a cupelor, gura lor fiind fixată în furca rotorului. Suspensiile din lichid, avînd greutate specifică mai mare decît lichidul, vor fi supuse unei forţe centrifuge mai mari şi vor fi împinse în afară, adică spre fundul eprubetelor realizîndu-se în felul acesta sedimentarea rapidă a particulelor solide. Înlăturînd lichidul prin decantare sau aspirare cu pipeta, se obţine sedimentul respectiv.

b. Centrifuga electrică cu cupe mobile

Această centrifugă este centrifuga uzuală din laborator (fig. 5.2). Fiind acţionată electric, dezvoltă o forţă centrifugă foarte mare. Pentru a preveni accidentele ce ar putea surveni prin spargerea eprubetelor sau desprinderea tuburilor, întreg mecanismul centrifugelor electrice este închis în carcase rezistente prevăzute cu capace care să nu se poată deschide în timpul lucrului.

Scanned with OKEN Scanner

Axul centrifugei este acţionat de un motor electric, axul motorului fiind comun cu axul centrifugei. Acest ax se mişcă în lagăre cu rulmenţi. Rotorul este prevăzut cu patru cupe metalice în care se pot introduce eprubete de 15 ml. Sînt centrifuge care au cupe de 25, 50 sau 100, 250 sau 500 ml, avînd astfel capacitatea de a centrifuga cantităţi mari de lichid .

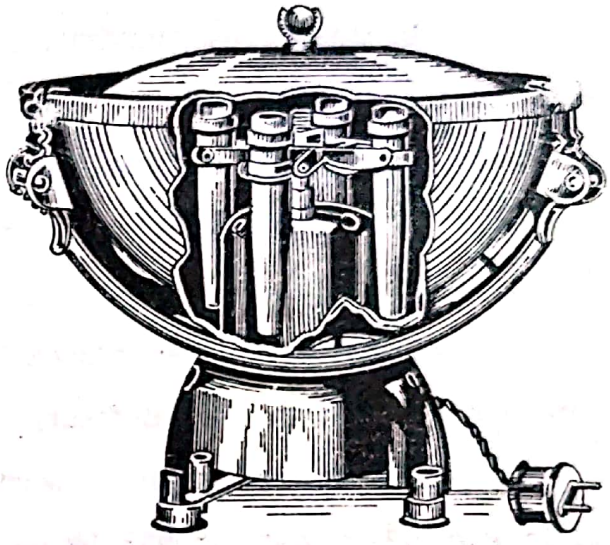


Fig. 5.2. Centrifugă electrică cu cupe mobile.

Capacul se fixează pe carcasa centrifugei cu ajutorul unor cleme cu arcuri sau cu şuruburi.

În prelungirea axului se poate monta prin înşurubare dispozitivul indicator de turaţii. In acest caz, capacul centrifugei este prevăzut cu un orificiu care permite montarea dispozitivului de turaţii pe ax.

Centrifuga are un cordon de alimentare de la reţeaua de 110 sau 220 V şi un întrerupător în trepte, sau un întrerupător şi o rezistenţă variabilă, pentru a putea mări progresiv viteza de rotaţie a centrifugei. Periile care alimentează rotorul motorului electric sînt montate în dispozitive care se pot scoate şi schimba prin înşurubare.

Carcasa metalică a centrifugei este prevăzută cu un şurub de prindere a cablului de legătură la pămînt.

Dispozitivul indicator de turaţii este format dintr-un tub de sticlă groasă, închis la ambele extremităţi, în care se găsesc un lichid şi o bulă de aer. Pe tub sînt gravate, cu roşu sau negru, divi-

Scanned with OKEN Scanner

ziuni de cifre de la 500 la 6 000 de turaţii, cu trepte din 500 în 500. Acest tub este introdus într-o montură metalică care se înşurubează în axul centrifugei.

În timpul funcţionării, datorită forţei centrifuge, lichidul este împins pe pereţii tubului, lăsînd un con de aer cu vîrful în jos, a cărui înălţime este proporţională cu viteza de rotaţie a centrifugei.

Diviziunea de la vîrful conului reprezintă viteza de rotaţie a centrifugei.

Unele centrifuge sînt echipate cu dispozitive de oprire, declanşate automat la timpul fixat.

Deoarece, datorită inerţiei, centrifuga se opreşte greu, unele centrifuge sînt prevăzute cu dispozitive electrice de frînare, ce se declanşează automat cînd se opreşte motorul centrifugei.

c. Centrifuga unghiulară

Aceste centrifuge (fig. 5.3) au rotorul format dintr-un disc compact, cu un număr de 4 pînă la 24 orificii, în care se introduc eprubetele de centrifugă. Eprubetele au o poziţie înclinată faţă de axul centrifugei, unghiul de înclinaţie fiind de 35-45°. In timpul centrifugării, eprubetele au o poziţie fixă. Carcasa centrifugei se sprijină pe picioare de cauciuc, ce permit autoechilibrarea aparatului.

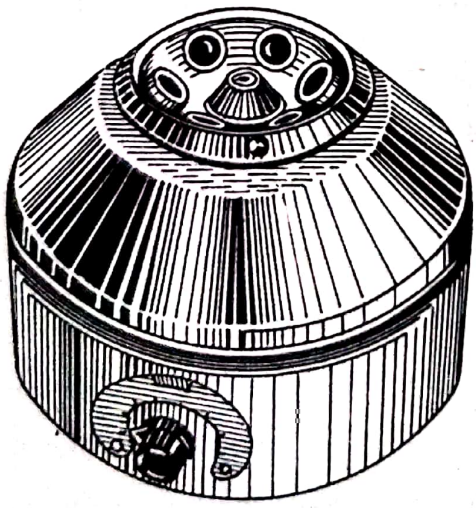


Fig. 5.3. Centrifuga electrică cu rotor înclinat.

Industria românească produce centrifuge unghiulare cu 6 şi 8 locuri, cu o viteză de 6 000 rot/min, pentru eprubete de 15-20 ml. Epru-

betele de centrifugă pot fi din sticlă sau din material platic. Cele din sticlă pot avea fundul rotund sau conic, pe cînd cele din plastic au fund rotund.

d. Centrifuge pentru hematocrit şi dispozitive pentru determinarea hematocritului aplicabile la centrifuge

Aceste aparate se utilizează pentru determinarea volumului procentual al hematiilor (hematocrit). Aparatura pentru determinarea hematocritului prin centrifugare este de mai multe feluri:

Dispozitivul pentru hematocrit tip Hedin (fig. 5.4) se înşurubează la axul centrifugelor electrice, permiţînd centrifugarea în poziţie orizontală a unor tuburi capilare pline cu sînge făcut incoagulabil. Tuburile capilare sînt gradate de la 0 la 100. Se aspiră

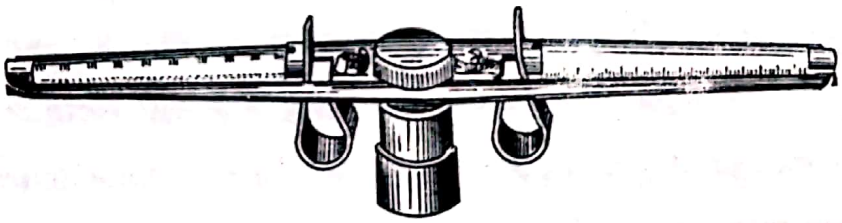


Fig. 5.4. Dispozitiv pentru determinarea hematocritului.

sînge făcut incoagulabil cu heparină sau cu EDTA, pînă la diviziunea 100. Se introduc tuburile în locaşurile de pe dispozitiv, fixîndu-se cu arcuri sau cu şuruburi. Se fixează dispozitivul pe axul centrifugei şi se centrifughează timp de 20 min la 3 000 rot/min. Datorită forţei centrifuge, hematiile - avînd o greutate specifică mai mare decît a plasmei - se vor sedimenta. Volumul procentual al hematiilor co-

Scanned with OKEN Scanner

respunde cifrei din dreptul diviziunii de la nivelul de separaţie al hematiilor de plasmă. Valorile normale ale hematocritului sînt de 42-45%, la bărbaţi şi 38-41%, la femei.

Centrifuga pentru microhematocrit - Cellocrit (fig. 5.5) are un rotor cu diametrul de 10-12 cm, prevăzut cu şanţuri radiare, în care se aşază tuburile capilare cu sînge. Tuburile capilare au o lungime de 50-75 mm şi sînt heparinate, pentru a împiedica coagularea sîngelui. Tuburile se închid la flacără la unul din capete şi se aşază pe rotor cu capul închis înspre exterior. Centrifugarea se face la o viteză de 10 000 rot/min. Citirea se face pe o scală grafică specială.

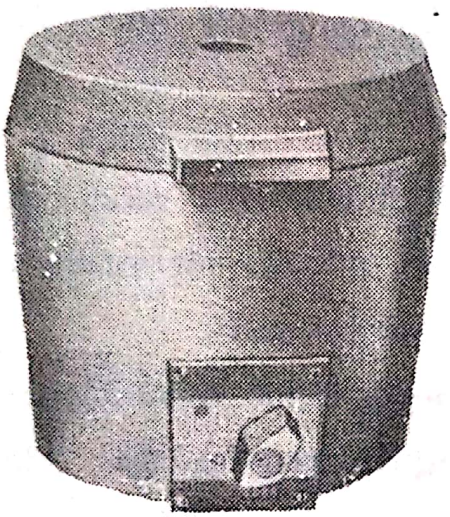


Fig. 5.5. Centrifuga pentru micro-hematocrit.

Dispozitivul pentru macrohematocrit este format dintr-un disc cu şanţuri mai largi, în care se introduc tuburi de hematocrit de 10 cm lungime şi cu diametrul de 2 mm. Tuburile sînt gradate de la 0 la 100 (sau pot fi negradate). Aceste tuburi sînt închise la o extremitate. Tuburile se umplu cu sînge heparinat, se aşază în şanţurile de pe disc, iar acesta se înşurubează la o centrifugă obişnuită. Se centrifughează apoi la o turaţie de 3 000 rot/min, timp de 30 de minute şi se citeşte apoi rezultatul pe scala grafică.

Centrifuga pentru macrohematocrit se deosebeşte de cea pentru hematocrit prin faptul că este prevăzută cu rotor pentru tuburi de macrohematocrit.

Scanned with OKEN Scanner

e. Centrifuge cu răcire

Unele produse trebuie centrifugate la o temperatură scăzută, pentru a nu li se modifica structura lor biochimică sau imunologică. Aceste centrifuge,(fig. 5.6) sînt centrifuge uzuale, montate în dulapuri prevăzute cu utilaje frigorifice, cu temperatura reglabilă, astfel ca operaţia de centrifugare se face la o temperatură scăzută.

Fig. 5.6. Centrifuga cu răcire

f. Centrifuga pentru lapte (Gerber)

Aceasta este o centrifugă acţionată manual, care se utilizează pentru determinarea untului în lapte. Pe axul centrifugei este un disc mare de metal, prevăzut cu locuri pentru aşezarea butirometrelor. După aşezarea şi fixarea acestora, se închide capacul şi se pune în funcţiune centrifuga.

g. Ultracentrifuga

Ultracentrifuga permite separarea particulelor coloidale şi a proteinelor plasmatice. A fost construită de T. Svedberg în 1934.

Ultracentrifugele au o turaţie de la 30 000 pînă la 150 000 rot/min. Intensitatea cîmpului centrifugat este de 900 000 ori mai mare decît a cîmpului gravitaţional. Centrifugarea se face la temperatură scăzută şi în vid. Separarea fracţiunilor proteice ale

Scanned with OKEN Scanner

sîngelui se poate controla prin modificarea indicelui de refracţie şi a densităţii fracţiunilor. Acest aparat se utilizează numai în laboratoare de cercetări.

5.2. OPERAŢIA DE CENTRIFUGARE

Operaţia de centrifugarea prezintă anumite riscuri, pentru a căror evitare trebuie să se ia anumite precauţii.

Tuburile în care urmează să se centrifugheze probele trebuie să fie uniform calibrate şi să nu fie sparte sau crăpate. Eprubetele cu proba de centrifugat se introduc împreună cu un tub gol pentru echilibrare. Tubul cu proba şi cel gol se echilibrează la o balanţă pentru echilibrat tuburi (fig. 5.7) prin umplerea tubului gol cu apă pînă la obţinerea echilibrului.

Se introduce în centrifugă fiecare pereche de tuburi echilibrate aşezîndu-le simetric (faţă în faţă).

După introducerea probelor de centrifugat, se închide capacul centrifugei, fixîndu-se bine şuruburile sau arcurile de închidere a centrifugei. Este strict interzis să se lucreze la centrifugă fără a pune capacul, deoarece există riscul ca tuburile să se spargă sau ca vreo cupă să se desprindă şi să rănească persoanele din jur.

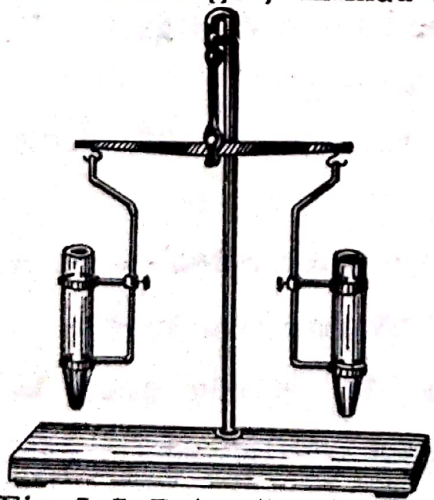


Fig. 5.7. Balanţă pentru echilibrat tuburi de centrifugă.

Se stabileşte curentul electric şi se porneşte centrifuga. Viteza centrifugei se măreşte progresiv, lăsînd comutatorul în trepte la fiecare treaptă cel puţin un minut. Pornirea bruscă poate produce arde-

rea bobinajului motorului. După ce se ajunge la viteza dorită, se lasă să funcţioneze timpul necesar, după care se întrerupe curentul. Chiar după întreruperea curentului, centrifuga va continua să se rotească, în virtutea inerţiei.

Dacă aparatul are dispozitiv automat de frînare, se va declanşa acest dispozitiv care grăbeşte oprirea centrifugei. Dacă nu are dispozitiv de frînare, se va aştepta pînă cînd centrifuga se opreşte de la sine. Este strict interzis să se deschidă capacul centrifugei înainte de oprirea rotirii. De asemenea, este cu desăvîrşire interzisă încercarea de a frîna rotorul centrifugei, prin apăsare cu degetele, aceste manevre putînd să ducă la accidente grave.

După oprire se scot tuburile din centrifugă.

In cazul în care, în timpul centrifugării, s-au spart tuburi, se vor scoate toate cioburile şi se vor spăla şi dezinfecta rotorul, cupele şi carcasa centrifugei.

5.3. INSTALAREA ŞI ÎNTREŢINEREA CENTRIFUGELOR

- Centrifugele de laborator, fiind aparate generatoare de zgomot, se recomandă să fie instalate în încăperi separate şi insonorizate.

- La instalare se va proceda, în primul rînd, la legarea la pămînt, pentru a se evita electrocutările în caz de scurtcircuit.

- În camera de centrifugare se vor instala şi balanţe, pentru echilibrat tuburi.

- Înlocuirea periilor şi ungerea motoarelor se vor face numai de tehnicienii de la atelierul de întreţinere.

Scanned with OKEN Scanner

6. DETERMINAREA DENSITĂŢII CORPURILOR

6.1. GENERALITĂŢI

a. Densitatea absolută

Se numeşte densitate absolută masa unităţii de volum dintr-un corp. Densitatea absolută D_a este raportul dintre masa M şi volumul V al corpului respectiv:

$$D_a = \frac{M}{V} . \qquad (1)$$

Masa M determinîndu-se prin cîntărire, relaţia (1) reprezintă greutatea specifică a corpului.

b. Densitatea relativă

Densitatea relativă a unui corp este raportul dintre densitatea absolută a acelui corp şi densitatea absolută a unui volum egal de apă distilată, la temperatura de $4^{o}C$.

$$\text{Densitatea relativă} = \frac{\text{Densitatea absolută a corpului}}{\text{Densitatea absolută a unui volum egal de apă distilată}}$$

Densitatea absolută a corpului $D_a = \frac{M}{V}$.

Densitatea absolută a unui volum egal de apă distilată $D'_a = \frac{M'}{V}$.

Făcînd raportul acestor densităţi, vom avea:

$$D_r = \frac{D_a}{D'_a} = \frac{\frac{M}{V}}{\frac{M'}{V}} = \frac{M}{M'} \qquad (2)$$

In locul maselor volumelor substanţelor se pot lua greutăţile acestor volume, deoarece:

$$P = Mg \qquad \text{şi} \qquad P' = M'g.$$

Făcînd raportul lor vom avea:

$$\frac{P}{P'} = \frac{M}{M'}$$

şi înlocuind în relaţia (2), vom avea:

$$D_r = \frac{P}{P'} .$$

Pentru determinarea densităţii, este necesar să se determine greutatea P a substanţei şi greutatea P' a unui volum egal de apă la 4^oC. Dar, 1 g de apă distilată la 4^oC este egal cu 1 ml. Putem, deci, înlocui greutatea apei distilate cu volumul ei.

Scanned with OKEN Scanner

Deci: $P' = V$ $\qquad D_r = \frac{P}{V}$

În practică se determină greutatea corpului P la temperatura de lucru şi greutatea P' a unui volum egal de apă distilată tot la temperatura de lucru; se face raportul acestei valori şi se înmulţeşte cu densitatea apei la temperatura de lucru:

$$D = \frac{P}{P'} d.$$

Densitatea apei la diferite temperaturi este notată în tabele. Dacă nu avem la îndemînă aceste tabele, se determină greutatea apei la zero grade, care este uşor de realizat, fiind punctul de topire al gheţii, iar rezultatul se înmulţeşte cu densitatea apei la zero grade $d = 0,9998$.

Dacă determinarea se face la $15^{o}C$ se va înmulţi rezultatul cu $d = 0,99912$.

La determinarea densităţii corpurilor solide şi lichide se ia drept corp de referinţă apa, iar la determinarea densităţii gazelor se ia drept corp de referinţă aerul.

6.2. METODA AREOMETRELOR ŞI A DENSIMETRELOR

Areometrele sînt aparate de sticlă utilizate pentru determinarea densităţii relative.

Un areometru (fig. 6.1) este compus din următoarele părţi: un corp cilindric de sticlă, cu diametrul de 2-3 cm, plin cu aer. La

partea inferioară are un rezervor sferic, în care se pun alice de plumb sau mercur care asigură plutirea areometrului în poziţie verticală, atunci cînd este introdus în lichid. La partea superioară are o tijă de sticlă cu diametrul de 3-4 mm, în interiorul acestei tije găsindu-se o hîrtie pe care sînt gradaţiile instrumentului. Dacă areometrele sînt gradate în densităţi, atunci se numesc densimetre. Se construiesc densimetre pentru lichide mai uşoare decît apa şi pentru lichide mai grele decît apa. Aceste densimetre se gradează, introducîndu-se în lichide cu densităţi cunoscute.

Fig. 6.1. Urodensimetru.

Urodensiometrul. Densiometrul (fig. 6.1) pentru măsurarea densităţii urinii este gradat astfel ca să cuprindă valorile între care variază acest parametru.

De obicei este gradat pentru densităţi între 1,001 şi 1,040. Gradarea urodensimetrelor se face la 15°C. Pentru măsurători efectuate la alte temperaturi, se aplică următoarea formulă de corecţie:

$$D\ 15^{o}C = Dt^{o} + \frac{t - 15}{3000}$$

Urina normală are densitatea cuprinsă între 1,015 şi 1,018. Densitatea urinii poate varia în mod normal, micşorîndu-se dacă consumăm multe lichide şi mărindu-se dacă consumăm puţină apă şi multe săruri. Densitatea urinii variază şi în cazuri de boală, fiind crescută în diabet şi mică în bolile de rinichi.

Din acest motiv, determinarea densităţii urinii are o mare importanţă.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru determinarea densităţii se utilizează urina colectată în 24 de ore sau prima urină de dimineaţă.

Se introduce urina într-un cilindru de 50 ml, avînd grijă să nu se producă spumă şi apoi se introduce urodensimetrul. Densimetrul trebuie să fie perfect curat şi degresat, introducerea lui trebuind să se facă astfel ca să nu atingă pereţii cilindrului. Dacă la suprafaţa cilindrului este un strat de spumă acesta se va absorbi cu hîrtie de filtru, pentru a nu împiedica citirea. Se citeşte apoi cifra corespunzătoare diviziunii tangente la partea inferioară a meniscului. După efectuarea determinării, se scoate densimetrul, se aruncă urina şi se clăteşte cu apă atît cilindrul cît şi densimetrul. Acesta se păstrează într-un toc special, cu dopuri de vată care-l protejează de şocurile mecanice.

Fig. 6.2. Alcoolmetru

Lactodensimetrul este gradat pentru valori în jurul densităţii 1,030, densitatea normală a laptelui. Aceste densimetre au o scară pe care se poate citi direct proporţia de apă conţinută în plus, permiţînd astfel descoperirea falsificării laptelui prin diluare cu apă.

Alcoolmetrul (fig. 6.2) indică concentraţia alcoolului în volume.

Astfel, alcoolmetrul centezimal al lui Gay-Lussac dă direct volumul de alcool conţinut în 100 de volume de soluţie.

Acesta, introdus în apă distilată la temperatura de 15^{o}C, se scufundă numai pînă la partea de jos a tijei, unde se notează diviziunea 0^{o}. Se prepară apoi amestecuri de alcool cu apă, în volume de 5,10,15,20...100 volume alcool la 100

volume lichid şi se notează diviziunile şi valorile respective pe tija alcoolmetrului. Intervalul dintre două măsurători se împarte apoi în 5 diviziuni. Fiecare diviziune corespunde unui grad centezimal. Gradaţiile nu sînt echidistante, fiind mai dese în partea de jos a tijei.

Pentru a avea o precizie mai mare, alcoolmetrul se construieşte astfel ca tija să fie cît mai lungă, distanţa între două grade fiind mai mare. Pentru corecţia la temperatură, alcoolmetrul va avea în acelaşi corp şi un termometru.

Pentru a se mări şi mai mult precizia măsurătorilor, se construiesc alcoolmetre cu scări între 0 şi 50°, 50 şi 75°, 70° şi 100 grade, utilizînd astfel trei alcoolmetre pentru determinarea tuturor concentraţiilor de alcool. Valoarea gradelor centezimale poate fi transformată în valori de densitate, utilizînd tabela 3.

Tabela 3

Transformarea gradelor centezimale în densităţi, la amestecurile hidroalcoolice

Grade centezimale	Densităţi	Grade centezimale	Densităţi
0	1,000	55	0,925
5	0,093	60	0,914
10	0,982	65	0,903
15	0,981	70	0,891
20	0,986	75	0,878
25	0,971	80	0,864
30	0,966	85	0,850
35	0,960	90	0,835
40	0,952	95	0,817
45	0,944	100	0,795

Scanned with OKEN Scanner

Gradarea alcoolmetrelor făcîndu-se la 15°C, dacă măsurătoarea se va face la alte temperaturi, este necesar să se facă corecţii de temperatură, după tabela de corecţie Gay-Lussac.

Aceste tabele nu se utilizează decît pentru amestecurile hidroalcoolice.

Pentru măsurarea lichidelor care mai conţin şi alte substanţe, ca vinul, berea, lichioruri ş.a., se vor utiliza areometre speciale.

6.3. DETERMINAREA DENSITĂŢII CORPURILOR PRIN CÎNTARIRE CU METODA PICNOMETRULUI

Metoda picnometrului este cea mai precisă metodă pentru determinarea densităţii. Această metodă a fost preconizată de Klaproth în secolul al XVIII-lea. Picnometrele (fig. 6.3) sînt flacoane de sticlă, cu gîtul mai larg sau mai îngust, care se astupă cu un dop rodat, străbătut de un capilar.

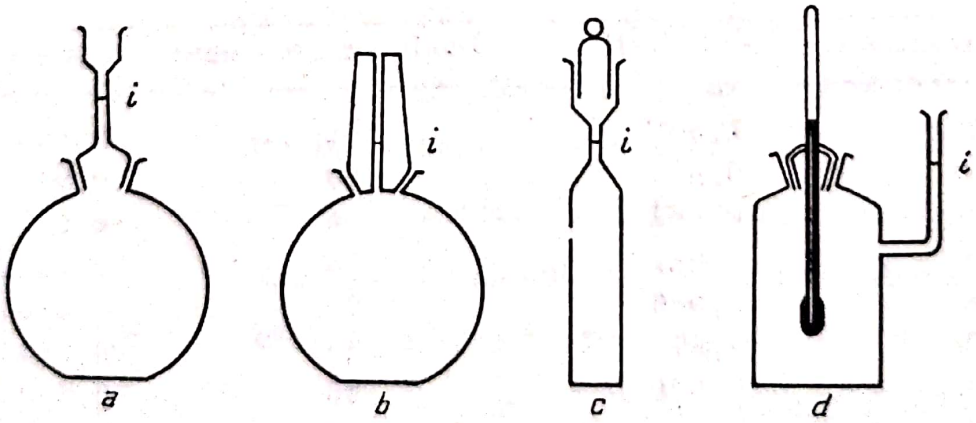


Fig. 6.3. Picnometre:
a- pentru determinarea densităţii solidelor; b- pentru lichide; d- cu termometru.

Ele au capacitatea marcată pe flacon şi un reper i. Cu aceste aparate se determină densitatea corpurilor prin cîntărire, metoda fiind foarte precisă.

a. Determinarea densităţii lichidelor

Determinarea se efectuează la $0^{o}C$. Se introduce soluţia a cărei densitate trebuie determinată, ţinîndu-se într-un vas cu gheaţă care se topeşte. Se aduce nivelul lichidului pînă la reper sau, dacă nu există reper, pînă la marginea superioară a dopului.

Se cîntăreşte la balanţa analitică.

Se umple flaconul cu apă distilată în aceleaşi condiţii şi se cîntăreşte din nou.

$$\text{Densitatea lichidului (D)} = \frac{\text{Greutatea lichidului de cercetat}}{\text{Greutatea apei}}$$

b. Determinarea densităţii solidelor

Pentru determinarea densităţii corpului solid, se procedează în felul următor:

- se alege un picnometru în care să poată intra corpul solid;

- se cîntăreşte picnometrul plin cu apă, la temperatura de $0^{o}C$, notîndu-se greutatea g;

- se cîntăreşte corpul solid şi se răceşte la temperatura de $0^{o}C$, notîndu-se greutatea lui g_1;

- se introduce corpul solid în picnometrul plin cu apă;

- se cîntăreşte picnometrul împreună cu corpul solid şi se notează greutatea g_3;

- se calculează greutatea volumului de apă dislocuit (g_4):

$$g_4 = (g + g_1) - g_3.$$

Densitatea corpului va fi egală cu greutatea corpului (g_1) împărţită la volumul de apă dislocuit:

$$D = \frac{g_1}{g_4} \quad .$$

Trebuie ţinut seama că determinarea s-a făcut la temperatura de zero grade.

Scanned with OKEN Scanner

7. MĂSURAREA PRESIUNII ATMOSFERICE. BAROMETRE

Măsurarea presiunii atmosferice se face cu ajutorul aparatelor numite barometre.

Prin presiunea atmosferică se înţelege apăsarea exercitată de o coloană de aer pe o suprafaţă de 1 centimetru pătrat. Pascal a arătat că această presiune ţine în echilibru o coloană de apă de 10,33 m, la nivelul mării.

Torricelli a arătat că această presiune ţine în echilibru o coloană de mercur de 760 mm la nivelul mării.

Unitatea de măsură a presiunii atmosferice se numeşte torr.

Un torr este egal cu presiunea corespunzătoare la 1 mm coloană de mercur.

a. Barometrul cu mercur

Acesta este un tub de sticlă de 1 m închis la unul din capete. Tubul se umple cu mercur şi apoi se introduce cu partea deschisă într-un vas cu mercur şi se îndreaptă în poziţie verticală. Tubul este fixat pe un suport de lemn care are o scară divizată în milimetri, diviziunea zero corespunzînd nivelului mercurului din rezervor.

b. Barometrul Fortin

Este tot un barometru cu mercur, care se poate transporta. Pentru a se calcula presiunea atmosferică corespunzătoare temperaturii de zero grade, se utilizează tabela de corecţie sau corectarea se face după formula următoare:

$$P_o = P_t - 0,123\ t,$$

unde:

P_o este presiunea la zero grade;

P_t - presiunea la temperatura determinării (t^o).

c. Barometrul aneroid

Acest aparat (fig.7.1) se bazează pe deformaţiile unei cutii elastice sub acţiunea presiunii atmosferice. Deformaţiile se transmit, printr-un sistem de pîrghii, unui ac indicator care se mişcă în faţa unui cadran.

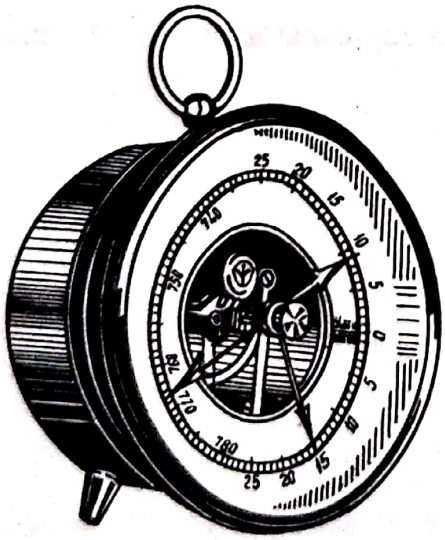


Fig.7.1. Barometru aneroid

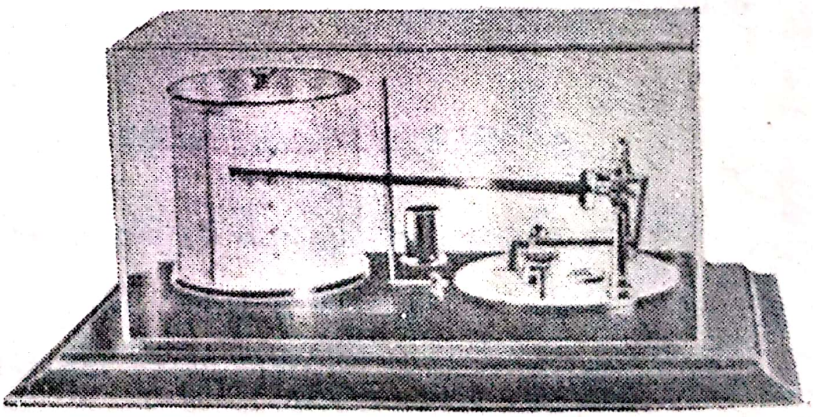


Fig.7.2. Barometru înregistrator.

Scanned with OKEN Scanner

d. Barometrul înregistrator

Este tot un barometru aneroid. Acul indicator (fig.7.2) are o peniţă care înregistrează presiunea pe o hîrtie gradată special. Liniile orizontale reprezintă presiunile, iar cele verticale reprezintă orele şi zilele. Hîrtia este înfăşurată pe un tambur care se roteşte în timp de 7 zile.

Scanned with OKEN Scanner

8. POMPE DE PRESIUNE ŞI VID

8.1. POMPE DE PRESIUNE

Comprimarea gazelor se face cu ajutorul pompelor (fig. 8.1).

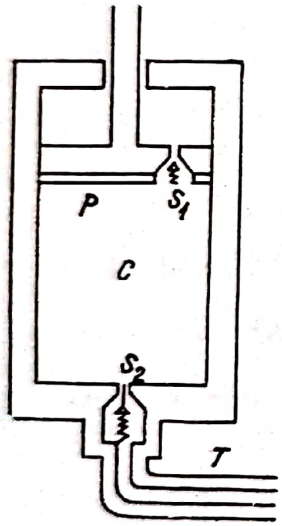


Fig. 8.1. Pompe de presiune.

O asemenea pompă este alcătuită dintr-un corp de pompă C în care se mişcă un piston P. Pistonul are o supapă S_1 care se închide la apăsarea pistonului. La extremitatea corpului de pompă este un tub T prin care se trimite aer din corpul de pompă în recipientul în care se comprimă aerul. Orificiul acestui tub are o a doua supapă S_2 care se închide cînd se ridică pistonul. În felul acesta, la fiecare apăsare, aerul este trimis din corpul de pompă în recipient. La ridicarea pistonului, se închide ventilul care astupă comunicarea cu recipientul şi se deschide ventilul de la piston, de unde intră aer atmosferic în corpul de pompă.

8.2. POMPE DE VID

Pompele de presiune se pot utiliza şi pentru făcut vid. În acest caz, cele două supape sînt construite astfel ca la ridicarea pistonului să se închidă supapa pistonului şi să se deschidă cea din fundul corpului de pompă, permiţînd absorbţia aerului din recipient. La apăsarea pistonului se închide supapa de la fundul corpului de pompă şi se deschide cea de la nivelul pistonului, permiţînd astfel scoaterea aerului din corpul de pompă.

Vidul realizat cu această pompă este de 10-12 torri.

a. Pompa rotativă cu ulei (pompa Gaede). Acest fel de pompă (fig. 8.2) permite realizarea unui vid de 0,1-0,01 torri.

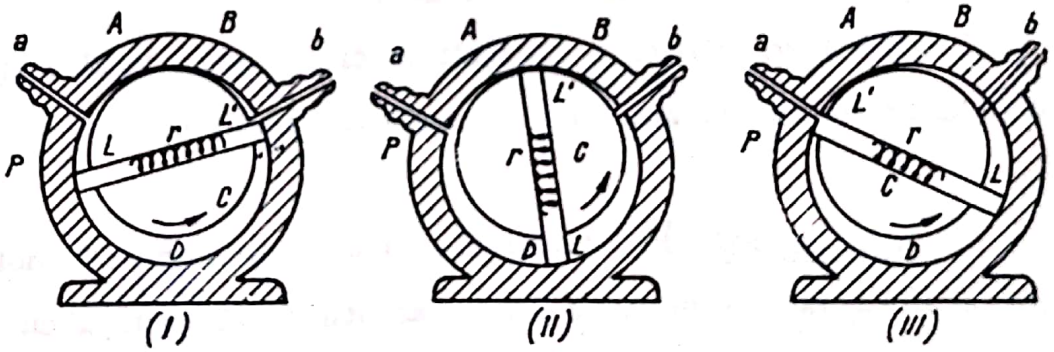


Fig. 8.2. Pompa rotativă pentru vid.

Pompa este compusă dintr-un corp de pompă cilindric în care se roteşte un cilindru metalic C în jurul unui ax orizontal şi excentric faţă de corpul de pompă. Fiind excentric faţă de pompă, va avea contact direct cu corpul pompei numai în zona A, B. In rest, între cilindru şi corpul de pompă există un spaţiu D - numit cameră de aer. În diametrul acestui cilindru există un canal în care se miş-

că două lame L şi L' care, printr-un resort r, sînt menţinute în permanenţă în contact cu pereţii cilindrului.

Corpul de pompă comunică prin orificiul a cu recipientul din care se scoate aerul, iar prin orificiul b comunică cu exteriorul.

Modul de funcţionare. Cînd cilindrul se roteşte în sensul arătat de săgeată, între zona de contact a cilindrului şi lama L, se formează un spaţiu gol, în care pătrunde aerul din recipient prin orificiul a (poziţia I din figura 8.2).

Rotindu-se în continuare, aerul care se află în camera D este împins de lama L şi evacuat prin orificiul b (poziţiile II şi III din figura 8.2). Apoi, lama L' ajungînd în poziţia I (fig. 8.2), procesul se repetă.

Astfel, la o rotaţie completă a cilindrului, au loc două aspiraţii. Pompa avînd o viteză de rotaţie mare, se creează în scurt timp un vid înaintat de ordinul zecimii de torr.

Pentru a se realiza o etanşeitate şi o ungere bună a pompei, aceasta se umple cu ulei pînă aproape la jumătatea axului cilindrului.

Trompa cu apă. În laboratoare, pentru producerea unei atmosfere rarefiate de cel mult 20 torri, se utilizează trompa cu apă.

Aceasta poate fi construită din sticlă, material plastic sau metal şi este compusă din două tuburi T şi T_1, ale căror capete înguste a şi b vin faţă în faţă.

Tuburile sînt fixate ermetic într-un recipient cilindric V, al cărora diametru este de 5-15 mm şi care comunică cu exteriorul prin tubul T_2.

Tubul T se racordează la un robinet de apă, prin intermediul unui tub de cauciuc.

Cînd se deschide robinetul apa va intra în tubul T.

Ajungînd la orificiul îngust a, conform legilor de scurgere a lichidelor prin tuburi gîtuite, curentul de apă va căpăta o viteză foarte mare şi presiune mică. Se vor antrena moleculele de aer din apropiere, apoi apa va intra împreună cu acestea, prin orificiul b care este mai larg, în tubul T_1.

În felul acesta, în cilindrul V, se va produce vid, iar prin tubul T_2 se va aspira aer din recipientul în care se va face vid.

Scanned with OKEN Scanner

9. APARATE PENTRU ANALIZA GAZELOR

Aparatele pentru analiza gazelor măsoară gazele produse în urma unor examene de laborator.

Sînt mai multe tipuri de aparate:

- Aparate care măsoară volumul gazelor dintr-un amestec de gaze: aparatul Orsat.

- Aparate care măsoară gazele conţinute în sînge: aparatul Haldane, aparatul Van Slyke volumetric, aparatul Van Slyke manometric.

- Aparate pentru măsurarea gazelor care iau naştere în procesul de respiraţie tisulară: aparatul Warburg.

- Aparate pentru măsurarea azotului rezultat din descompunerea substanţelor azotate din produsele biologice: aparatul Kowarsky, aparatul Van Slyke pentru aminoacizi.

a. Aparatul Orsat

Acest aparat se utilizează pentru analiza gazelor din atmosfera liberă sau din aerul industrial.

Aparatul (fig. 9.1) este montat într-o cutie de lemn şi are următoarele părţi componente: un tub de sticlă cu cinci robinete la care sînt legate etanş patru vase de absorbţie pentru gaze, o biuretă pentru măsurarea gazelor, o pipetă de combustie şi un vas de apă.

După verificarea etanşeităţii aparatului, se umplu vasele de absorbţie cu soluţii absorbante ale gazelor pe care le căutăm. Astfel, la analiza aerului, se pune într-un vas pirogalol pentru absorbţia oxigenului, iar în alt vas, hidrat de potasiu pentru absorbţia bioxidului de carbon.

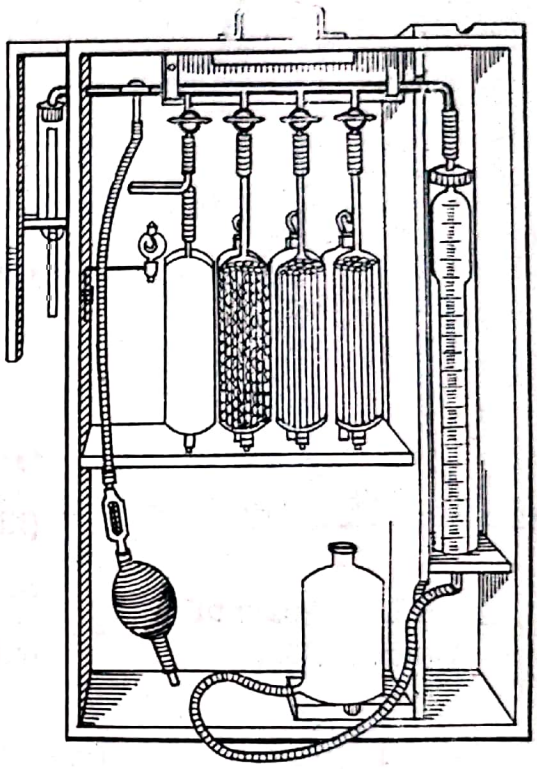


Fig. 9.1. Aparatul Orsat.

Modul de lucru:

- se introduc 100 ml gaz de analizat prin tubul de admisie a gazului în biureta de gaze;

- se introduce apoi gazul în vasul de absorbţie cu hidroxid de potasiu, unde se va absorbi CO_2;

- se măsoară iar în biuretă volumul de gaz, iar diferenţa faţă de măsurătoarea iniţială reprezintă volumul de CO_2%;

- se introduce apoi gazul în vasul de absorbţie cu pirogalol, unde se va absorbi oxigenul;

- se măsoară din nou volumul de gaz rămas, diferenţa reprezentînd oxigenul, iar volumul reprezentînd azotul.

Dacă în atmosfera respectivă se găsesc şi gaze inflamabile, atunci se introduce gazul şi în pipeta de combustie, prevăzută cu un filament de paladiu şi platină care se înroşeşte prin intermediul unui

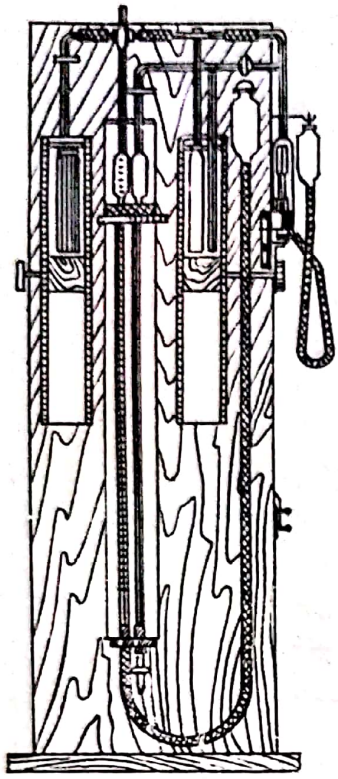


Fig. 9.2. Aparatul Haldane.

curent electric, aprinzîndu-se în pipetă gazele inflamabile (metan). Se măsoară din nou în biuretă, iar diferenţa este reprezentată de gazul ars.

b. Aparatul Haldane

Acest aparat este o modificare a aparatului Orsat, fiind adaptat pentru analiza gazelor respiratorii.

Aparatul are o microbiuretă pentru măsurarea gazelor, un vas de absorbţie pentru oxigen şi un vas de absorbţie pentru bioxid de carbon, precum şi o pipetă de combustie (fig. 9.2).

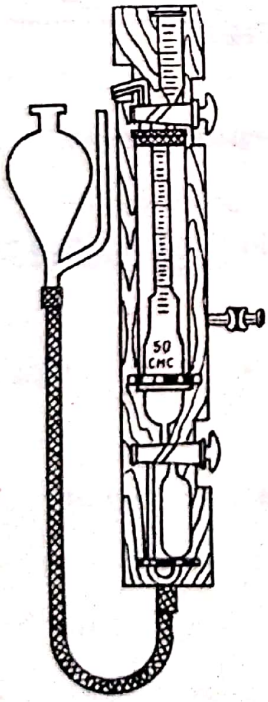


Fig. 9.3. Aparatul Van Slyke volumetric.

c. Aparatul Van Slyke volumetric

Acest aparat se utilizează pentru determinarea rezervei alcaline a sîngelui.

Aparatul este compus dintr-o biuretă specială şi o pîlnie de umplere cu mercur, legată de aparat printr-un tub de cauciuc, totul fiind încadrat pe un suport de lemn, care se fixează cu o clemă pe un stativ de metal (fig. 9.3).

Principiul de lucru este următorul:

Scanned with OKEN Scanner

- se introduce plasma sanguină în aparat;

- se adaugă acid sulfuric concentrat;

- se face vid în aparat prin scoaterea mercurului şi se agită aparatul. În acest timp, sub acţiunea acidului sulfuric, se eliberează bioxidul de carbon din bicarbonaţii din sînge;

- se reintroduce mercurul în aparat şi se citeşte volumul de bioxid de carbon eliberat;

- se face apoi o corecţie pentru temperatură şi presiune şi se determină astfel rezerva alcalină a sîngelui.

d. Aparatul Kowarsky

Acesta se compune dintr-un tub în U care prezintă două robinete şi un tub de scurgere (fig. 9.4).

Unul din robinete se află la partea superioară a ramurii stîngi a aparatului, iar cel de-al doilea se găseşte la baza ramurii drepte. Robinetul din stînga împarte această ramură în două porţiuni. Porţiunea superioară este gradată în 6 ml cu diviziuni de 1/10 ml şi dedesubt urmează un tub îngust, gradat din 0,02 în 0,02 ml pînă la 1 ml, după care tubul se lărgeşte şi este divizat în continuare în zecimi de mililitri pînă la 20 ml.

Fig. 9.4. Aparatul Kowarsky.

Robinetul al doilea este un robinet cu trei căi pentru umplerea şi golirea aparatului.

Principiul determinării: sub acţiunea hipobromitului de sodiu, ureea este descompusă, eliberîndu-se azotul gazos care se măsoară în aparat.

Întrebări recapitulative:

1. Care sînt principiile de mecanica gazelor, aplicate la măsurarea presiunii atmosferice şi ce aparatură se utilizează pentru determinarea acesteia?
2. Care sînt principiile de funcţionare a pompelor de presiune?
3. Ce aparate de vid se utilizează în laboratoarele de analize?
4. Ce aparate se utilizează în laborator, pentru analize de gaze?

Scanned with OKEN Scanner

10. APLICAŢII ALE FIZICII MOLECULARE LA TEHNICA DE LABORATOR

Prin noţiunea de moleculă se înţelege partea cea mai mică dintr-o substanţă care păstrează însuşirile acelei substanţe.

Moleculele sînt acţionate de o serie de forţe care produc efecte importante în starea fizică a acestora.

10.1. MIŞCAREA BROWNIANĂ

Robert Brown a constatat că particulele de polen ce cad pe suprafaţa unei ape liniştite sînt într-o continuă agitaţie, fără să existe vreo cauză vizibilă.

Această mişcare s-a pus în evidenţă şi în suspensiile coloidale. Particulele coloidale mari se găsesc într-o mişcare continuă, dezordonată.

Mişcarea browniană ia naştere datorită mişcării continue a moleculelor din lichid. Acestea, lovindu-se de particula solidă mai mare, îi imprimă o mişcare oarecare. Masa acestor particule fiind de milioane de

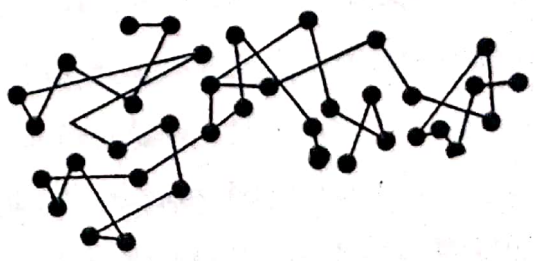


Fig. 10.1. Mişcarea browniană

ori mai mare decît masa moleculelor, viteza lor este foarte mică faţă de viteza moleculelor (fig.10.1).

Acest fenomen este important deoarece ne arată prezenţa unei forţe moleculare greu de observat.

10.2. COEZIUNEA

Coeziunea este forţa cu care se atrag moleculele aceluiaşi corp. Forţa de atracţie a moleculelor respectă legea atracţiei universale. Stările de agregare se datoresc mărimii acestei forţe care determină distanţele dintre molecule. Solidele au forţa de coeziune mare, apropiind mult moleculele corpului. Lichidele au coeziunea mai mică, iar ca o consecinţă, distanţa între ele este mai mare. Din acest motiv, lichidele nu au o formă proprie. La gaze, forţa de coeziune este anihilată de energia cinetică a moleculelor. Pentru aceasta, gazele tind să ocupe întreg volumul pe care îl au la dispoziţie.

10.3. ADEZIUNEA

Forţa de adeziune apare între moleculele superficiale a două corpuri cînd acestea sînt puse în contact. Dacă se introduce o baghetă de sticlă într-un lichid şi apoi se scoate din acel lichid, se observă la suprafaţa baghetei numeroase picături de lichid.

Faptul că aceste picături de lichid au aderat de suprafaţa baghetei arată că forţa de adeziune a fost mai mare decît forţa de coeziune. Forţa de adeziune, în acest caz, are o valoare pozitivă.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă se introduce bagheta de sticlă într-un vas cu mercur şi apoi se scoate, se va observa că, bagheta nu este udată de mercur. În acest caz, forţa de adeziune este mai mică decît forţa de coeziune, iar adeziunea este negativă.

O consecinţă a existenţei forţei de adeziune o constituie comportarea lichidelor faţă de vasele în care sînt introduse.

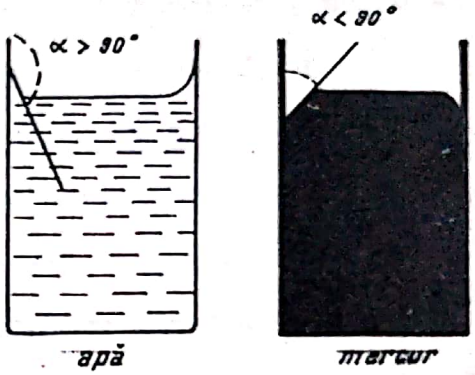


Fig. 10.2. Ascensiunea şi depresiunea lichidelor.

Dacă se pune apă într-un vas, se observă că la locul de contact al lichidului cu vasul are loc ascensiunea stratului superficial de lichid. Ascensiunea lichidelor în vase se datoreşte adeziunii. Suprafaţa lichidului va forma un menisc concav (fig. 10.2).

Dacă în vas se pune mercur, nu se va observa fenomenul de ascensiune, ci un fenomen de depresiune, datorită coeziunii mai mari a moleculelor. Suprafaţa lichidului, în acest caz, va forma un menisc convex.

10.4. TENSIUNEA SUPERFICIALĂ

La limita de separare a suprafeţei unui lichid, între moleculele lichidului şi gazului se nasc o serie de forţe:

- forţa de atracţie între moleculele lichidului şi ale gazului, forţa de adeziune care caută să atragă moleculele de la suprafaţa lichidului;

Scanned with OKEN Scanner

- forţa de coeziune dintre moleculele lichidului care caută să le menţină la suprafaţa acestuia.

Ca o consecinţă a acţiunii acestor forţe, se naşte o forţă rezultantă, tangentă la suprafaţa lichidului şi care se opune oricărei tendinţe de deformare a acestei suprafeţe.

Această forţă de la suprafaţa lichidului se numeşte tensiune superficială. Tensiunea superficială se comportă ca şi cînd deasupra lichidului ar exista o membrană foarte fină.

Tensiunea superficială este o mărime fizică egală cu forţa aplicată pe unitatea de lungime a marginii suprafeţei membranei lichide:

$$Q = \frac{F}{\ell},$$

Tensiunea superficială se măsoară în dyne pe centimetru şi este direct proporţională cu gradul de dispersie al substanţei respective. Cu cît substanţa este dispersată în particule mai mici, cu atît suprafaţa substanţei creşte. Crescînd suprafaţa, va creşte şi tensiunea superficială, influenţînd proprietăţile fizice, chimice şi catalitice ale corpului respectiv.

Dacă soluţia se încălzeşte, forţa intermoleculară scade, scăzînd şi tensiunea superficială. Valoarea tensiunii superficiale devine zero cînd lichidul atinge temperatura critică, adică temperatura la care lichidul trece sub formă de vapori.

Scanned with OKEN Scanner

10.4.1. Determinarea tensiunii superficiale, cu metoda stalagmometrică

Stalagmometrele sînt pipete cu bulă şi cu două repere. Volumul cuprins între cele două repere este înscris pe pipetă (fig. 10.3).

Se umple stalagmometrul cu lichidul de cercetat. Se determină numărul de picături din volumul V al stalagmometrului. Se repetă determinarea cu apă distilată. Tensiunea superficială a lichidului de cercetat se va calcula din formula:

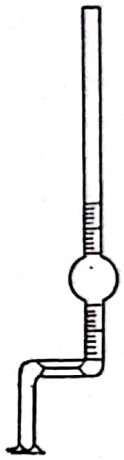


Fig. 10.3. Stalagmometru.

$$Q = \frac{Q' N' d}{d N} \quad \text{dyne/cm}$$

Q este tensiunea superficială a lichidului;

Q' - tensiunea superficială a apei;

N - numărul de picături, a lichidului cercetat;

N' - numărul de picături a apei;

d - densitatea lichidului cercetat;

d' - densitatea apei.

În tabela 4 se prezintă valorile tensiunilor superficiale ale cîtorva lichide.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 4

Tensiunile superficiale ale unor lichide exprimate în dyne/cm

Lichidul	Tensiunea superficială
Mercur	436,6
Apă	75,5
Alcool etilic	25,3
Eter etilic	19,3
Cloroform	28,0

Legile scurgerii lichidelor în picături au fost formulate de Tate:

- Greutăţile picăturilor ce se formează la capătul tuburilor capilare sînt proporţionale cu diametrul exterior al tubului dacă lichidul udă tubul şi cu diametrul interior, dacă lichidul nu udă tubul.

- Greutatea picăturilor depinde de natura lichidului şi de temperatură şi nu depinde de natura tubului.

În laborator şi în farmacii se utilizează stalagmometre sau picurătoare care au tub capilar cu diametrul interior de 0,595 mm, iar cel exterior de 3 mm.

Acesta este picurătorul normal, care la 15°C formează 20 de picături pentru 1 g de apă distilată.

10.4.2. Tensioactivitatea

Sînt unele substanţe care, dacă se dizolvă în apă, modifică mult tensiunea superficială. Acestea se numesc substanţe tensioactive.

Scanned with OKEN Scanner

Substanţele dizolvate care coboară tensiunea solventului se concentrează la suprafaţa lichidului.

Cele care urcă tensiunea lichidului se găsesc în profunzime. Serul sanguin are o tensiune superficială de 67 dyne/cm. Anestezicile coboară tensiunea superficială a sîngelui. Urina are tensiunea superficială de 70 dyne/cm. In ictere, prezenţa sărurilor biliare şi a acizilor biliari coboară tensiunea superficială a urinei pînă la 50 dyne/cm.

Pe baza coborîrii tensiunii superficiale se face punerea în evidenţă a sărurilor biliare şi acizilor biliari în reacţia HAY. Această reacţie se efectuează în felul următor:

Se introduce într-un pahar conic 100-200 ml urină. Se presară deasupra floare de sulf degresată şi uscată. Dacă pulberea rămîne la suprafaţă, tensiunea superficială a urinei nu este modificată şi, deci, în urină nu sînt săruri biliare.

Dacă floarea de sulf cade la fundul paharului, există în urină săruri biliare care au determinat scăderea tensiunii superficiale a urinii şi depunerea sulfului.

10.5. ADSORBŢIA

Adsorbţia este un fenomen care are loc la suprafaţa corpurilor. Moleculele situate la suprafaţa unui corp numit adsorbant atrag moleculele altui corp, numit corp adsorbit.

La suprafaţa corpului adsorbant se formează un înveliş din moleculele corpului adsorbit.

Cu cît adsorbantul are o suprafaţă mai mare, cu atît cantitatea de substanţă adsorbită va fi mai mare.

Scanned with OKEN Scanner

Substanţele solide poroase, ca şi cele în stare de pulbere - avînd o suprafaţă mare, - sînt bune adsorbante. Aşa, de exemplu, cărbunele activat adsoarbe un volum mare de gaze, motiv pentru care se utilizează pentru reţinerea gazelor toxice. Cărbunele se utilizează ca medicament pentru adsorbţia gazelor şi a substanţelor toxice din intestin.

10.6. CAPILARITATEA

Prin capilaritate se înţelege fenomenul de ridicare sau coborîre a nivelului unor lichide în tuburi capilare.

Tuburile capilare au diametrul sub 1 mm. Dacă se iau două vase comunicante, din care unul cu un diametru de 1 cm, iar celălalt cu diametrul de 1 mm, şi se pune în ele un lichid care udă vasul, se observă că nivelul lichidului în tubul mai îngust este mai ridicat decît în tubul larg. Meniscul lichidului este concav (fig. 10.4, a). Dacă lichidul nu udă tubul, nivelul lichidului în tubul capilar va fi mai coborît, iar meniscul va fi convex (fig. 10.4, b).

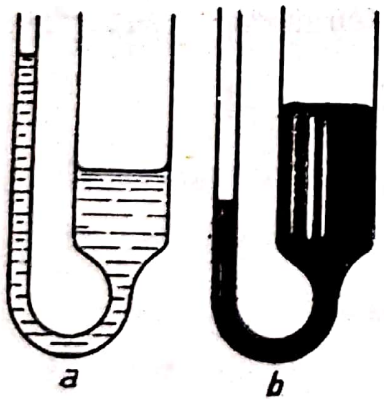


Fig. 10.4. Ridicarea şi coborîrea lichidelor în tuburi capilare.

Ascensiunea sau coborîrea lichidelor în tuburile capilare se face conform legii Jurin care arată că înălţimile la care urcă sau coboară lichidele în tuburile capilare sînt proporţionale cu raza capilarului, cu tensiunea superficială a lichidului şi cu densitatea lui:

Scanned with OKEN Scanner

$$n = \frac{2\,Q}{r\,d},$$

în care:

Q este tensiunea superficială;
r - raza capilarului;
d - densitatea lichidului;
h - înălţimea la care se ridică lichidul.

Ascensiunea lichidelor în capilare are împortanţă în biologie. Ascensiunea sevei la plante se datoreşte capilarităţii. Vata absoarbe secreţiile din plăgi datorită capilarităţii. Igrasia se datoreşte tot capilarităţii zidurilor.

10.6.1. Curgerea lichidelor prin tuburile capilare

Tuburile capilare avînd un diametru mic, aproape toată coloana de lichid din capilare se freacă de pereţii capilarului. Forţa de frecare poate să fie mai mare decît forţa gravitaţiei.

Pentru a împinge lichidul în tubul capilar trebuie să se exercite o presiune mare asupra coloanei de lichid.

Poiseuille a arătat că debitul lichidului care curge în tuburile capilare este proporţional cu raza tubului şi cu presiunea şi invers proporţional cu lungimea tubului şi cu viscozitatea lichidului.

$$Q = K\,\frac{p\,r^4}{n\,\ell},$$

Scanned with OKEN Scanner

în care:

K este constantă;

p - presiune;

r - raza capilarului;

n - viscozitatea lichidului;

l - lungimea tubului.

Dacă coloana de lichid din capilare este întreruptă de bule de gaze, presiunea necesară pentru a împinge coloana de lichid trebuie mărită foarte mult.

Acest lucru explică de ce se opreşte circulaţia atunci cînd pătrunde aer în vasele sanguine. Această stare se numeşte embolie gazoasă.

10.7. VISCOZITATEA

10.7.1. Generalităţi

Viscozitatea este proprietatea fluidelor datorită frecării interioare a moleculelor. Moleculele lichidelor, avînd o forţă mică de coeziune, straturile din interior alunecă uşor unele peste altele. În timpul deplasării straturilor de lichid, acestea antrenează şi moleculele înconjurătoare, dînd naştere unor forţe de frecare, numite viscozitate.

Dacă o forţă egală cu unitatea (1 dynă) acţionează asupra unei suprafeţe S de 1 cm şi se deplasează în planul său, ea va comunica unei suprafeţe plane S de 1 cm^2, aşezată la distanţa de 1 cm, o forţă de antrenare f proporţională cu viteza deplasării şi cu coeficientul de viscozitate:

Scanned with OKEN Scanner

$$f = n\ v$$

$$n = \frac{f}{v}$$

de unde:

n este coeficientul de viscozitate;

v - viteza de deplasare.

Coeficientul de viscozitate se exprimă în dyne pe centimetru pătrat, pe secundă. Acesta reprezintă viscozitatea absolută.

Unitatea de viscozitate este poiseul, nume dat în cinstea lui Poiseuille. Poise-ul este de o sută de ori mai mic decît viscozitatea apei, la $20^{o}C$.

Viscozitatea fluidelor variază invers proporţional cu temperatura.

Stokes a observat că viteza de cădere a corpurilor în lichide este cu atît mai mică cu cît lichidul este mai vîscos. Această constatare stă la baza viscozimetriei.

Determinarea viscozităţii este importantă, deoarece aceasta este o caracteristică fizică specifică fiecărei substanţe.

Se pot determina viscozitatea absolută, exprimată în unităţi CGS şi viscozitatea relativă.

În practică, se efectuează determinarea viscozităţii relative, care este mai expeditivă.

Prin viscozitate relativă se înţelege raportul dintre viscozitatea lichidului de măsurat şi viscozitatea apei, luată ca substanţă de referinţă.

Scanned with OKEN Scanner

10.7.2. Determinarea viscozităţii sîngelui

Viscozimetrul Hess

Acesta este un viscozimetru special , pentru determinarea viscozităţii sîngelui. Aparatul se compune din două capilare fine aşezate orizontal pe un suport alb (fig.10.5). Capilarele sînt sudate la un tub în formă de U, care comunică cu o pară de cauciuc P şi care este prevăzut cu un robinet de închidere R a ramurii A. La extremitatea liberă, capilarele sînt sudate la două tuburi mai largi, care deţin rolul de rezervor. Se deschide robinetul şi se aspiră în tubul A apa distilată pînă la diviziunea zero.

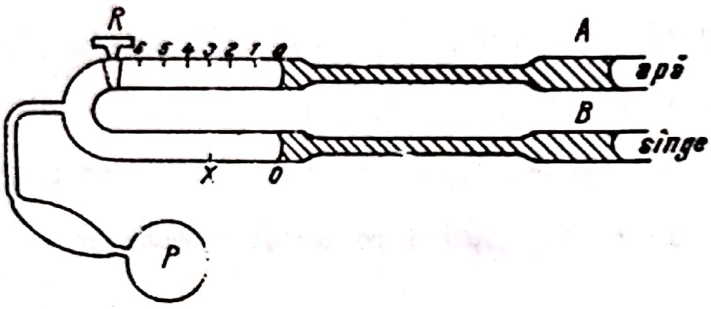


Fig.10.5. Viscozimetrul Hess.

Se închide robinetul şi se aspiră în ramura B sînge obţinut prin înţepătura degetelui, pînă la diviziunea zero a ramurii B.

Se deschide apoi robinetul şi se aspiră deodată cele două lichide, pînă ce sîngele ajunge la diviziunea X de pe ramura B.

În acel moment se citeşte diviziunea pînă la care a ajuns apa în tubul A. Cifra citită arată viscozitatea sîngelui.

Viscozitatea sîngelui este cuprinsă între 3,8 şi 5,5.

Viscozitatea depinde de numărul şi volumul celulelor sanguine aflate în suspensie, precum şi de conţinutul de proteine al plasmei. În stări de anemie, viscozitatea sîngelui scade la 2. In po-

Scanned with OKEN Scanner

licitemie sau în hemoconcentraţie, viscozitatea sîngelui creşte la 24. Viscozitatea sîngelui se măreşte şi cînd creşte conţinutul de CO_2 în sînge.

Viscozitatea serului variază între 1,64 şi 1,69, iar în stări patologice, între 1,5 şi 3. Viscozitatea serului creşte proporţional cu creşterea cantităţii de proteine.

10.8. DIFUZIUNEA

Prin difuziune se înţelege pătrunderea moleculelor unui corp printre moleculele altui corp. Fenomenul se întîlneşte la gaze, lichide şi solide. Gazele difuzează cel mai uşor, datorită distanţei mari dintre molecule, în timp ce solidele difuzează cel mai greu.

10.9. OSMOZA

Prin osmoză se înţelege difuziunea lichidelor prin membrane.

Acest fenomen poate fi pus în evidenţă prin intermediul aparatului numit osmometru.

Osmometrul este un aparat simplu, alcătuit dintr-un vas de sticlă, închis la fund cu o membrană animală, şi care, la partea opusă, se continuă cu un tub de sticlă (fig.10.6).

Dacă se umple osmometrul cu o soluţie de zahăr şi apoi se introduce aparatul într-un recipient cu apă distilată, în poziţie verticală, se va constata că nivelul lichidului din tub va creşte. Creş-

Scanned with OKEN Scanner

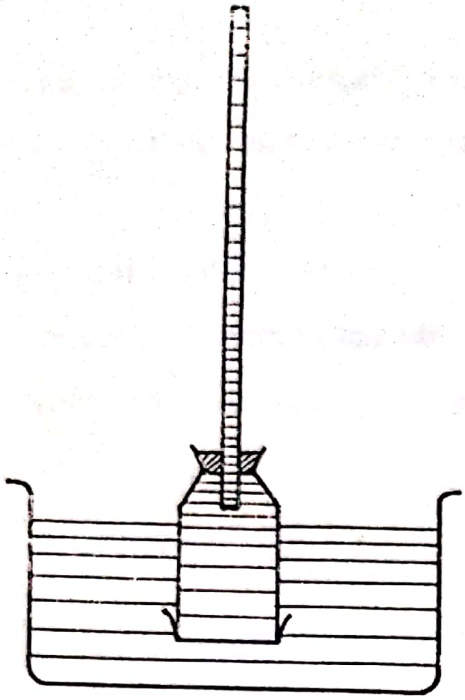


Fig. 10. 6. Osmometru

terea nivelului lichidului se datoreşte unei forţe care se opune forţei de gravitaţie şi care se numeşte <u>osmoză</u> sau <u>presiune osmotică</u>.

Fenomenul de osmoză se petrece în două sensuri: se naşte un curent de lichid care trece din osmometru în cristalizator şi altul care trece din cristalizator în osmometru. Cînd aceste două curente se echilibrează, coloana nivelului de lichid din osmometru se va fixa. Ridicarea nivelului lichidului în tubul osmometrului se numeşte osmoză pozitivă. In cazurile cînd de o parte şi de alta a membranei sînt acizi, lichidul din tub, în loc să se urce, se va coborî. In acest caz osmoza este negativă.

10.9.1. <u>Determinarea presiunii osmotice</u>

Presiunea osmotică se determină prin diferite metode.

Determinarea presiunii osmotice prin calcul:

$$P.\,osm. = 22,42 \times Cm.$$

Este necesar, deci, să se determine concentraţia moleculară a soluţiei.

Dacă soluţia conţine un număr de componenţi, concentraţia moleculară se poate determina prin analiza cantitativă (metoda laboricasă).

Scanned with OKEN Scanner

Concentraţia moleculară se mai poate afla prin determinarea punctului crioscopic.

Coborîrea punctului de congelare D este proporţională cu concentraţia moleculară a substanţei:

$$D = K . Cm,$$

în care:

D este punctul crioscopic;

K - coeficient care depinde de natura şi cantitatea solventului;

Cm - concentraţia moleculară a substanţei.

Determinarea punctului crioscopic D se face cu ajutorul crioscopului Beckmann.

Soluţiile care conţin un număr egal de molecule-gram de substanţă dizolvată se numesc soluţii izotonice.

Dacă o soluţie are o concentraţie moleculară mai mare decît alta, soluţia se numeşte hipertonică faţă de soluţia de referinţă.

Dacă soluţia are o concentraţie moleculară mai mică, se numeşte hipotonică faţă de soluţia de referinţă.

În cazul soluţiilor disociate, trebuie să se ţină seama nu numai de numărul moleculelor, ci şi de numărul particulelor disociate.

Membranele biologice sînt permeabile numai pentru unele substanţe şi se numesc membrane semipermeabile.

Celulele animale şi vegetale sînt mărginite de membrane semipermeabile care le separă de mediul înconjurător.

Dacă o celulă se introduce într-o soluţie hipotonică sau în apă distilată, mediul intern al celulei, avînd concentraţia moleculară

Scanned with OKEN Scanner

(presiune osmotică) mai mare, va favoriza pătrunderea apei în celulă. Celula îşi va mări volumul, fenomen numit turgescenţă.

Dacă se introduc celulele respective într-o soluţie hipertonică, apa va părăsi celula, iar aceasta îşi va micşora volumul, fenonem numit plasmoliză.

Dacă în aceste soluţii se vor introduce eritrocite (globule roşii), se pot întîlni următoarele situaţii:

- În soluţii hipertonice, apa iese din eritrocite şi acestea se vor micşora în volum şi se vor zbîrci, fenomen numit ratatinare.

- Dacă se introduc în soluţii hipotonice, apa va intra în eritrocite care-şi vor mări volumul, apoi membrana fiind puţin rezistentă, se va rupe şi conţinutul eritrocitelor se va exterioriza. Acest fenomen se numeşte hemoliză.

- Dacă hematiile sînt ţinute în soluţie izotonică cu sîngele, hematiile îşi vor păstra conturul nemodificat, deoarece conţinutul lor este în echilibru osmotic cu mediul înconjurător.

O asemenea soluţie este soluţia cloruro-sodică izotonică de 8,5-9 g la litru clorură de sodiu.

Soluţiile care se injectează trebuie să fie izotonice cu serul sanguin.

Întrebări recapitulative:

1. Care sînt principalele forţe moleculare?
2. Cum se determină tensiunea superficială a lichidelor biologice?
3. Cum se determină viscozitatea sîngelui.
4. Cum se determină presiunea osmotică?

Scanned with OKEN Scanner

11. SISTEME DISPERSE

Sistemele disperse sînt alcătuite din două faze: faza dispersă (dispersată sau activă) şi mediul în care se produce dispersia, sau faza pasivă.

În acelaşi mediu poate fi dispersată o singură substanţă şi atunci sistemul se numeşte monodispers sau pot să fie dispersate mai multe substanţe şi atunci sistemul este polidispers.

După mărimea particulelor dispersate, dispersiile se clasifică în trei categorii:

a) Suspensii: particulele dispersate sînt între 10^{-5} şi 10^{-3} cm (particule mai mari de 100 μm).

b) Soluţii coloidale: particulele dispersate au dimensiuni între 10^{-5} şi 10^{-7} cm (între 1 şi 100 μm).

c) Soluţii în care particulele dispersate sînt molecule şi atomi (de ordinul 10^{-8} cm).

11.1. SUSPENSII

Suspensiile cuprind sistemul de dispersie în care particulele dispersate sînt de dimensiuni mari, de peste 100 μm. Acestea

Scanned with OKEN Scanner

se întîlnesc frecvent în natură. Unele se pot vedea cu ochiul liber, ca apa tulbure a unui rîu, pulberile din aer, fumul ş.a. Altele sînt microscopice.

După starea de agregare a fazei dispersate, acestea pot fi:

- Suspensii: dispersii de substanţe solide în mediu lichid şi gazos.

- Emulsii: suspensii de lichid şi gaze în mediu lichid.

11.2. SISTEME COLOIDALE

Coloizii sînt dispersii cu dimensiunile particulelor cuprinse între 1 şi 100 μm. Ele sînt cuprinse, deci, între soluţiile adevărate şi suspensii.

Graham a studiat starea coloidală şi a stabilit caracterele acestei stări. El a observat că unele soluţii străbat o membrană de pergament, iar altele nu. Fenomenul acesta se numeşte dializă, iar dispozitivul utilizat se numeşte dializor. Substanţele care difuzează prin membrana de pergament le-a numit cristaloizi, iar pe cele care nu difuzează prin membrana de pergament le-a numit coloizi.

La epoca cînd Graham a făcut această clasificare, se credea că toate substanţele care cristalizează se dizolvă. Astăzi, se ştie că şi substanţele care cristalizează pot da soluţii coloidale. Astfel clorura de sodiu, în benzen sau în alcool absolut, dă o soluţie coloidală. De asemenea, unele substanţe ca proteinele, care dau soluţii coloidale, au fost obţinute sub formă de cristale.

Prin urmare starea coloidală este o stare a materiei în totalitatea ei.

Scanned with OKEN Scanner

Denumirea de coloizi se utilizează numai pentru substanţele care se găsesc mai des în această stare.

Particulelor din faza dispersată a stării coloidale li s-a dat numele de micel.

După caracterul mediului de dispersie, starea coloidală se poate prezenta sub formă de sol dacă este lichid şi de gel, dacă acesta este ca o gelatină.

11.2.1. Clasificarea coloizilor

După originea lor, coloizii pot fi naturali şi artificiali. Dintre coloizii naturali, unii se găsesc ca atare în natură, ca laptele, albuşul de ou, iar altele formează soluţii coloidale în contact cu apa: amidonul, guma arabică ş.a.

Coloizii artificiali nu se găsesc în natură, fiind preparaţi în laborator: colodiu, soluţia de acetat de celuloză ş.a.

După legătura dintre faza dispersată şi mediu dispers se deosebesc coloizii liofili şi liofobi.

Coloizii liofili au faza dispersată puternic legată de mediul de dispersie. Dacă mediul de dispersie este apa, ei se mai numesc coloizi hidrofili. Din această categorie fac parte coloizii naturali. Aceştia au o stabilitate mai mare şi se prezintă sub formă de geluri.

Coloizii liofobi. La aceştia faza dispersată nu prezintă nici o afinitate pentru mediul dispers. Dacă mediul dispers este apa, ei se mai numesc şi coloizi hidrofobi. Din această categorie fac parte coloizii artificiali. Aceştia au o stabilitate mai mică şi se prezintă sub formă de soluri.

Scanned with OKEN Scanner

11.2.2. Prepararea coloizilor

Coloizii naturali se formează prin simplu contact cu apa.

Coloizii artificiali se prepară prin mai multe metode:

- metode mecanice: triturare în mojare sau măcinare cu ajutorul morilor, adăugare de solvent, agitare şi adăugare de coloizi protectori sau de substanţe stabilizatoare;

- metoda ultrasonică, care este tot o metodă de fărîmiţare cu ajutorul ultrasunetelor;

- metoda de condensare a vaporilor metalici în lichide;

- metoda arcului electric, metoda iradierii cu ultraviolete ş.a.

11.2.3. Proprietăţile coloizilor

Coloizii în stare de sol au proprietăţi de corp lichid.

a. Proprietăţile stării de sol:

- Mişcarea browniană. Particulele coloidale se află în mişcare browniană datorită izbirii particulelor dispersate de moleculele mediului de dispersie. Această mişcare a particulelor coloidale poate fi observată la microscop.

- Difuziunea. Coloizii difuzează mai greu decît soluţiile, datorită suspensiilor de dimensiuni mari.

- Osmoza. Presiunea osmotică produsă de coloizi este mai mică decît a soluţiilor, deoarece concentraţia moleculară a coloizilor este mai mică.

Scanned with OKEN Scanner

- Dializa. Prin dializa prin membrane de celofan sau de colodiu, moleculele substanţelor dizolvate străbat aceste membrane, pe cînd suspensiile coloidale nu le străbat. Dializa se poate efectua şi prin membrane, ca: băşica de porc, vezica înotătoare a peştilor, hîrtia de pergament.

- Ultrafiltrare. Prin filtrare la vid, prin membrană de colodiu, particulele coloidale sînt reţinute pe membrană.

- Viscozitate. Viscozitatea celor mai multe soluţii coloidale este mai mare decît a soluţiilor cristaline.

- Proprietăţi optice. Dacă o rază de lumină străbate o suspensie coloidală, particulele în suspensie difuzează lumina lateral. Dacă se examinează la ultramicroscop o suspensie coloidală, atunci - datorită fenomenului Tyndall - fiecare particulă se comportă ca o sursă de lumină, putîndu-se determina forma şi mărimea acestora.

- Însuşiri electrice: electroforeza. Particulele coloidale sînt încărcate electric. Dacă într-o soluţie coloidală se introduc doi electrozi, care se leagă la o baterie de acumulatori, se constată că toate particulele se îndreaptă spre unul din electrozi. Dacă particulele se îndreaptă spre anod, fenomenul se numeşte anaforeză, iar dacă particulele se îndreaptă spre catod, fenomenul se numeşte cataforeză. Pe acest principiu se bazează separarea diferitelor feluri de proteine plasmatice.

b. Proprietăţile stării de gel

Coloizii în stare de gel au proprietăţi de corp solid.

Dintre gelurile naturale fac parte: cauciucul, gelatina, pielea, fibrele textile ş.a.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre gelurile artificiale fac parte: pîinea, marmelada, jeleurile ş.a.

Coloizii în formă de gel pot să fie reversibili, adică să se transforme în sol, sau pot să fie ireversibili.

In stare de sol, micelele sînt dispersate în apă, dînd aspectul unui corp solid.

Gelurile cuprind, deci, un schelet compus din micele filiforme în ochiurile cărora se găseşte faza lichidă. La suprafaţa gelurilor se produc toate fenomenele superficiale care au loc la suprafaţa solurilor. Gelurile se îmbibă cu apă şi se umflă, iar dacă pierd apa, se usucă. Ele permit difuzarea soluţiilor. Gelurile au o contuctibilitate electrică mică.

11.2.4. Importanţa stării coloidale

Starea coloidală are o importanţă covîrşitoare, deoarece această stare este caracteristică materiei vii. Toate procesele vitale care se produc în organism decurg în sisteme coloidale. Materia vie, protoplasma celulară, se găseşte sub formă de sol sau de gel. Din acest motiv, este necesar să se cunoască starea coloidală şi proprietăţile ei.

11.3. SOLUŢII

Dispersiile la care faza dispersată este de ordinul moleculelor se numesc soluţii.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă se introduce într-un lichid o substanţă cu care lichidul nu reacţionează chimic, se observă următoarele fenomene:

a) corpul rămîne aşa cum este: nu se dizolvă în lichid;

b). substanţa dispare, amestecîndu-se cu lichidul; corpul este solubil.

Dizolvarea este, deci, un fenomen fizic, prin care moleculele unui corp se amestecă omogen printre moleculele altui corp, numit solvent. Acest sistem se numeşte soluţie. Dacă se continuă adăugarea substanţei solide de acelaşi fel în soluţie se observă că, după o anumită cantitate, substanţa respectivă nu se mai dizolvă şi se depune la fundul recipientului. În acest caz, soluţia este saturată.

Se numeşte coeficient de solubilitate raportul dintre greutatea cea mai mare de substanţă care se poate dizolva şi greutatea sau volumul solventului. Acest raport se exprimă în greutate la 100 părţi de solvent.

Solubilitatea variază cu temperatura. Unele substanţe se dizolvă mai uşor la cald, ca glucoza, clorura de sodiu ş.a. Altele se dizolvă mai greu la cald, ca sulfatul de sodiu, hidroxidul de calciu ş.a.

Cînd o substanţă se topeşte, are nevoie de căldură pentru a trece din starea solidă în starea lichidă. Această căldură este necesară pentru micşorarea forţei de coeziune.

Cînd un corp se dizolvă, moleculele lui se desfac, de asemenea, unele de altele. În acest caz, căldura necesară este luată chiar de la solvent. Din cauza aceasta, în timpul dizolvării unor substanţe se produce o răcire a soluţiei. Amestecul de substanţă solidă şi de solvent se numeşte, în asemenea cazuri, amestec refrigerent.

Scanned with OKEN Scanner

Sînt şi cazuri cînd, prin dizolvare, soluţia se încălzeşte. Dizolvarea este atunci însoţită de o reacţie exotermă, din care rezultă mai multă căldură decît are nevoie substanţa pentru a se dizolva.

Trecerea unui corp dizolvat în stare solidă. Dacă se răceşte o soluţie saturată, substanţa trece iarăşi în stare solidă. Dacă substanţa este amorfă, se obţine un precipitat. Dacă substanţa este cristalizată, se obţin cristale.

Scanned with OKEN Scanner

12. APLICAŢII ALE CĂLDURII LA TEHNICA DE LABORATOR

12.1. MĂSURAREA TEMPERATURII CORPURILOR

Temperatura reprezintă nivelul termic al corpurilor. Se poate aprecia starea de încălzire sau răcire a corpurilor prin intermediul simţurilor. Senzaţia de căldură sau de frig este subiectivă şi relativă. Astfel, dacă iarna stăm într-o cameră neîncălzită, în care temperatura este de zero grade, ne este frig. Dacă o persoană care a stat afară, în ger de -10^{o} C intră în această cameră i se va părea că este cald.

Temperatura, fiind o mărime fizică, se măsoară cu termometrul.

12.1.1. Termometre

Termometrele sînt instrumente bazate pe acţiunea căldurii asupra corpurilor şi, în special, pe dilatarea corpurilor. La construcţia termometrelor se pot utiliza corpurile solide, lichide şi gazoase.

Scanned with OKEN Scanner

Termometrele care utilizează solidele sînt utilizate rar. Acestea se numesc pirometre. Un pirometru este construit dintr-o vergea fixată la un capăt, iar la celălalt poate aluneca printr-un suport. Sub acţiunea căldurii, vergeaua se va dilata în lungime. Capătul liber alungindu-se, va acţiona asupra unui ac indicator care se va mişca în jurul unui cadran gradat.

Gradaţiile de pe cadran pot arăta alungirea vergelei. Ştiind că această alungire este proporţională cu temperatura, gradaţiile pot indica şi temperatura.

Termometrele care utilizează dilatarea lichidelor sînt uzuale. Lichidele care se utilizează la construirea termometrelor se numesc substanţe sau corpuri termometrice şi acestea sînt: mercurul, alcoolul, petrolul, toluenul.

Termometre care utilizează dilatarea gazelor. Gazele avînd un coeficient de dilatare mai mare, sînt mai sensibile la variaţiile temperaturii. Termometrul cu gaz este cel mai bun termometru. Acesta se foloseşte la gradarea celorlalte termometre şi se numeşte termometru normal. Unitatea de măsură a temperaturii este gradul de temperatură. Acesta este o mărime scalară, aleasă arbitrar, gradarea termometrelor făcîndu-se prin folosirea anumitor fenomene termice ca puncte de reper. Ca puncte de reper se folosesc schimbările stărilor de agregare a corpurilor, care au loc întotdeauna la aceeaşi temperatură, dacă presiunea rămîne constantă.

Un termometru este format dintr-un rezervor de sticlă, în care se introduce substanţa termometrică utilizată: mercurul care este lichid între -38° şi $+357^{\circ}$, alcoolul şi toluenul pînă la -60°, iar pentanul, pînă la -180°C. Deasupra rezervorului este lipit un tub capilar, uniform calibrat, în care se ridică mercurul din rezervor,

Scanned with OKEN Scanner

atunci cînd acesta se dilată. Tubul capilar se găseşte în interiorul altui tub de sticlă, pentru a fi mai protejat. Intre tubul capilar şi tubul de protecţie este fixată scara termometrică, care indică temperatura.

12.1.2. Gradarea termometrelor

Se pune într-un vas apă distilată şi gheaţă provenită din îngheţarea apei distilate. Acest amestec reprezintă temperatura de topire a gheţii. Se introduce termometrul în acest amestec şi se lasă să stea 10-15 min. Se observă apoi pînă la ce înălţime s-a ridicat mercurul în tubul capilar şi se notează acest nivel cu zero.

Se introduce apoi termometrul într-un vas cu apă care fierbe, astfel ca rezervorul termometrului să se găsească la distanţă mică de suprafaţa apei şi să fie înconjurat de vapori. Se notează nivelul mercurului, corespunzător temperaturii de formare a vaporilor, cu 100.

Ambele determinări se fac la presiunea de 760 torr.

Intervalul cuprins între punctul de îngheţare al apei şi punctul de fierbere se numeşte interval termometric fundamental.

Acest interval este împărţit la scara termometrică centigradă sau scara Celsius, în 100 părţi, numite grade centigrade sau grade Celsius (^{o}C). Se continuă apoi gradarea termometrului, atît deasupra diviziunii 100 cît şi sub diviziunea 0, cu diviziuni egale cu cele ale intervalului fundamental.

În majoritatea ţărilor se utilizează termometre gradate în scara centigradă.

În afara scării centrigrade, gradarea termometrelor se mai poate face şi în alte scări. La scara de gradare Réaumur, punc-

Scanned with OKEN Scanner

tul de topire al gheţii se notează cu 0 grade, iar punctul de fierbere al apei cu 80^{o}. Intervalul dintre ele se împarte în 80 grade egale, numite grade Réaumur (R).

La scara de gradare Fahrenheit, punctul de îngheţare al apei se notează cu $32^{o}F$ şi cel de fiebere cu $212^{o}F$. Intervalul fundamental este împărţit în 180 de părţi.

Formula de trecere de la o scară la alta este:

$$\frac{C}{5} = \frac{R}{4} = \frac{F - 32}{9}$$

Exemplu: La ce gradaţie Réaumur corespunde temperatura de $+37^{o}C$?

$$\frac{37\ C}{5} = \frac{R}{4} \qquad R = \frac{4 \times 37}{5} = \frac{148}{5} = 29,6^{o}R$$

$$37^{o}C = 29,6^{o}R.$$

Dar în scara Fahrenheit?

$$\frac{37\ C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{333}{5} + 32 = F = 66,6 + 32 = 98,6^{o}$$

$$37^{o}C = 98,6^{o}F.$$

Aceste scări sînt puţin utilizate.

In afara acestor scări, mai există scara temperaturilor absolute sau scara termodinamică. În această scară, mărimea gradaţiile are următoarele caracteristici: gradaţia zero în scara Kelvin corespunde temperaturii zero absolut, la care încetează mişcarea moleculară. Această temperatură corespunde la $-273,12^{o}C$.

Scanned with OKEN Scanner

Punctul de îngheţare al apei, din scara Celsius, va corespunde la 273°K, iar punctul de fiebere al apei la 373°K.

Deci, pentru a se transforma gradele Celsius în grade Kelvin se adaugă gradelor Celsius numărul 273. Temperatura de 37°C va fi aşadar egală cu 310°K, iar cea de -20°C va fi egală cu -20 + 273 = 253°K.

12.1.3. Termometre cu scară redusă

Termometrele cu scară redusă sau termometrele fracţionare sînt construite numai pentru un anumit interval de temperatură, iar scara lor este împărţită în zecimi şi sutimi de grad.

Dintre acestea cele mai utilizate sînt termometrul medical şi termometrul Beckmann.

Termometrul medical are scara gradată de la 34° pînă la 42°C, gradarea fiind făcută în grade şi zecimi de grad.

Acesta este un termometru de maximă, mercurul indicînd temperatura maximă la care este ţinut termometrul. Dacă temperatura scade, coloana de mercur din capilar nu se va modifica. Dacă ar fi un termometru obişnuit, după scoaterea termometrului din axilă, spre a citi temperatura, din cauza temperaturii ambiante, coloana de mercur din tubul capilar ar coborî sau ar urca şi nu s-ar putea vedea care este temperatura reală a corpului.

Pentru a se realiza oprirea coloanei de mercur la temperatura maximă, deasupra rezervorului, tubul capilar prezintă o îndoitură care împiedică mercurul să se întoarcă în rezervor (fig. 12.1). Pentru a face o nouă determinare, este necesar să rea-

Scanned with OKEN Scanner

ducem întîi mercurul în rezervor. Pentru aceasta, se scutură uşor termometrul şi mercurul revine în rezervor.

Termometrul medical se utilizează pentru măsurarea temperaturii corpului omenesc. Temperatura corpului se măsoară în axilă. Pentru aceasta, se readuce întîi mercurul în rezervor, prin scuturarea termometrului. Apoi se şterge cu o bucată de tifon transpiraţia din axilă, se introduce termometrul cu rezervorul sub braţ şi se ţine timp de 8-10 min.

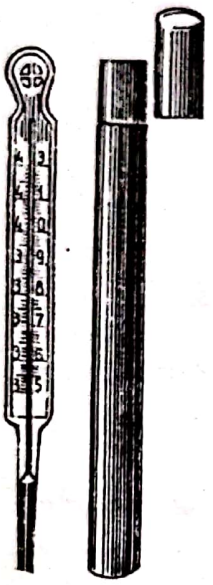


Fig.12.1. Termometrul medical.

Se scoate apoi termometrul, se citeşte temperatura, se scutură termometrul şi apoi se introduce într-un vas cu soluţie dezinfectantă.

Temperatura corpului se mai poate lua şi în cavitatea bucală. În acest caz, termometrul se va introduce cu rezervorul sub limbă.

Temperatura cea mai apropiată de temperatura centrală a corpului este cea măsurată rectal. Pentru măsurarea temperaturii cutanate, se utilizează termometre speciale, cu rezervor spiralat într-un singur plan, pentru a se putea aplica cît mai bine pe regiunea respectivă şi pentru a intra cît mai repede în echilibru termic cu organismul.

Termometrul Beckmann. Termometrele uzuale de laborator sînt gradate în grade şi 1/5 grade. Pentru a putea măsura şi fracţiuni de grad ar trebui să se folosească termometre cu capilare foarte înguste şi lungi de cîţiva metri sau să se construiască termometre cu scări foarte restrînse.

Scanned with OKEN Scanner

Termometrul Beckmann este un termometru cu scară redusă, care permite să se măsoare 1/100, 1/200 sau chiar 1/500°C.

Tubul capilar al termometrului Beckmann este divizat numai în 5°, cu diviziuni pînă la 1/500°C. Acest termometru are două rezervoare cu mercur: un rezervor la partea superioară şi altul la partea inferioară (fig. 12.2).

Fig. 12.2. Termometrul Beckmann.

Dacă este necesar să se facă o determinare de precizie în jurul temperaturii de 25°C, se va introduce termometrul într-o baie de apă de 30°C. Mercurul se va ridica în capilar şi va intra şi în rezervorul superior. La nivelul rezervorului superior, capilarul prezintă o gîtuitură, care permite întreruperea coloanei de mercur.

În momentul în care s-a realizat echilibrul termic al termometrului cu baia de apă, se va lovi uşor armătura metalică de la extremitatea superioară a termometrului şi coloana de mercur se va întrerupe. Se introduce apoi termometrul Beckmann, împreună cu un termometru de control, în baia de 25°C şi limita coloanei de mercur va indica cu precizie variaţiile de temperatură de 1/500°, etalonîndu-se însă termometrul faţă de termometrul de referinţă, introdus în acea baie.

Termometrul Beckmann se utilizează pentru determinarea punctului crioscopic, pentru determinarea punctului de fierbere al lichidelor şi pentru determinări calorimetrice.

Scanned with OKEN Scanner

Termometrul de maximă şi minimă. Acest termometru se utilizează pentru determinarea temperaturii maxime şi minime din intervalul unei zile.

Termometrul de maximă şi minimă are un tub capilar în formă de U, iar la capetele acestui tub are două rezervoare. În tubul capilar se găseşte o coloană de mercur, care indică temperatura maximă în tubul din dreapta, iar cea minimă, în tubul din stînga. Deasupra celor două ramuri ale coloanei de mercur, în interiorul capilarului, sînt doi indici metalici care sînt împinşi de coloana de mercur, rămînînd la nivelul respectiv. In acest mod, ei vor indica temperatura maximă, respectiv cea minimă. Pentru a fi aduşi la nivelul coloanelor de mercur, se utilizează un magnet.

Termometrul înregistrator - sau termograful- înregistrează variaţiile de temperatură survenite în cursul unei zile sau a unei săptămîni. Acest termometru este construit pe principiul dilatării corpurilor solide. Drept termometru se utilizează două lame din metale diferite, sudate între ele pe toată lungimea lor. Aceste vergele sînt îndoite în formă de U. Una din ramuri este fixată de suportul aparatului, iar la cealaltă se găseşte o peniţă înregistratoare. Cele două metale, avînd coeficienţi de dilatare diferiţi, în urma dilatării inegale se vor îndoi, cele două ramuri apropiindu-se. Deformarea se va înregistra pe hîrtie specială, pe care liniile orizontale reprezintă grade de temperatură, iar cele verticale reprezintă zile şi ore.

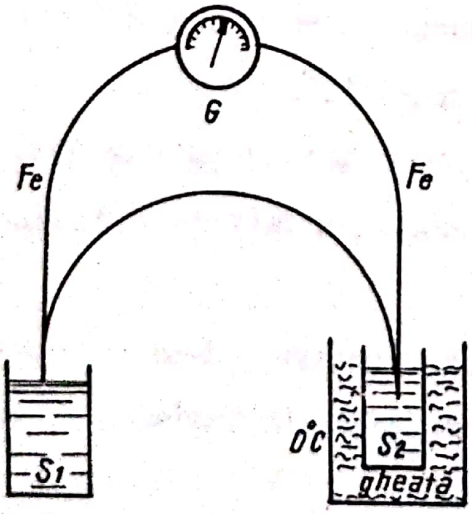


Fig. 12.3. Termometrul termoelectric.

Acest termometru se numeşte şi bimetalic.

Termometrul termoelectric. Acest termometru este construit pe baza efectului termoelectric.

Dacă două metale diferite se sudează în două locuri, iar sudurile se ţin la temperaturi diferite, între cele două puncte de sudură se va naşte un curent electric, a cărui mărime este proporţională cu diferenţa de temperatură. Dacă între ramurile sudate se intercalează un galvanometru, acesta va indica intensitatea curentului rezultat (fig. 12.3).

12.2. TEMPERATURA CORPULUI OMENESC

Căldura animală reprezintă echilibrul termic dintre producerea de căldură, datorită proceselor energetice din organism, şi pierderile de căldură, suferite de organism, în mediul ambiant.

Una din constantele mediului intern este şi aceea de menţinere a temperaturii la un nivel constant. Din punctul de vedere al temperaturii mediului intern, animalele se împart în două categorii:

a) Animale homeoterme care îşi menţin temperatura corpului la un nivel constant, indiferent de variaţiile de temperatură ale mediului extern.

b) Animale heteroterme, la care temperatura mediului intern se modifică în funcţie de variaţiile temperaturii mediului extern.

Menţinerea temperaturii la nivel constant, la animalele homeoterme, se datoreşte unui mecanism biologic complex. Organismul are posibilitatea să-şi regleze atît producerea de căldură cît şi pierderile de căldură, în funcţie de raportul ce există între temperatura organismului şi a mediului. Dacă diferenţa între tempera-

Scanned with OKEN Scanner

tura organismului şi temperatura mediului nu este mare, căldura rezultată din arderile din organism compensează pierderile de căldură ale organismului. Dacă temperatura externă este mult mai scăzută decît a organismului, aşa cum se petrec lucrurile în timpul iernii sau în regiunile cu climă rece, organismul este supus unor pierderi mari de căldură. Aceste pierderi nu se mai pot compensa numai prin căldura rezultată din arderile interne. În acest caz, intră în funcţiune mecanismul de reglare a pierderii de căldură. Se produce o vasoconstricţie, pielea se răceşte şi căldura rămîne înmagazinată în interiorul organismului. La animalele din aceste zone, pierderea de căldură este împiedicată de prezenţa blănii sau a stratului de găsime.

Dacă organismul se găseşte într-un mediu în care temperatura externă este mai ridicată decît temperatura corpului, se declanşează mecanismul de reglare a producerii de căldură. Răcirea organismului se realizează atît prin reducerea producerii de căldură, cît şi prin intensificarea pierderii de căldură, prin evaporare şi transpiraţie.

În afara mecanismelor fiziologice de termoreglare, omul utilizează şi alte mijloace pentru realizarea unui regim optim de utilizare a căldurii animale. Aceste mijloace fac parte dintr-un ansamblu general de măsuri pe care le iau oamenii pentru a-şi realiza ceea ce se numeşte obişnuit, confort.

În vederea realizării echilibrului termic dintre organism şi mediu, omul a utilizat, din cele mai vechi timpuri, îmbrăcămintea.

Îmbrăcămintea constituie un strat izolator (rău conducător de căldură) care micşorează pierderile de căldură prin radiaţie şi, deci. împiedică răcirea organismului.

Scanned with OKEN Scanner

În anotimpul călduros, îmbrăcămintea trebuie să fie de culoare albă, pentru a difuza radiaţiile solare. Imbrăcămintea trebuie să fie largă, pentru a favoriza circulaţia aerului şi evaporarea transpiraţiei.

Pentru realizarea zonei de confort, omul şi-a creat locuinţe corespunzătoare, bine aerisite, bine iluminate şi în care poate să menţină o anumită umiditate, condiţionînd astfel condiţiile de mediu extern ca să determine o bună funcţionare a mecanismului termoregulator. Rezultatul acestor măsuri este senzaţia de confort.

Întrebări recapitulative:

1. Ce sînt termometrele?
2. Ce corespondenţă este între diferitele scări termometrice?
3. Ce fel de termometre se utilizează în laborator?
4. Mecanismele de termoreglare ale corpului omenesc.
5. Cum se măsoară temperatura corpului?

Scanned with OKEN Scanner

13. APARATE PENTRU DETERMINAREA CONDIŢIILOR DE MEDIU

S-a arătat că, pentru a realiza un echilibru armonic între organism şi mediul extern, omul tinde să-şi îmbunătăţească tot mai mult zona de confort în care îşi desfăşoară activitatea.

Pentru a putea realiza acest lucru, este necesar să se cunoască factorii mediului extern care pot să-i influenţeze sănătatea.

Dintre factorii mediului extern, fenomenele meteorologice care se petrec în atmosferă au o importanţă foarte mare,influenţînd condiţiile de desfăşurare a activităţii omului.

Principalii factori meteorologici care pot influenţa desfăşurarea activităţii omului sînt temperatura aerului, presiunea atmosferică, umiditatea şi curenţii de aer.

a) Temperatura aerului, aşa cum s-a arătat, influenţează direct producerea sau pierderile de căldură şi, deci,termoreglarea.

Temperatura se măsoară cu ajutorul termometrelor uzuale, al termometrelor înregistratoare şi al termometrelor de maximă şi minimă.

b) Presiunea atmosferică are un rol deosebit, deoarece diferenţele de presiune şi temperatură sînt cauza producerii curen-

Scanned with OKEN Scanner

ţilor de aer, care transportă masele de vapori de apă şi produc fenomenele meteorologice, ca ploaia, zăpada, lapoviţa.

Presiunea atmosferică, după cum s-a văzut în lecţiile anterioare, se măsoară cu aparatele numite barometre: barometrul cu mercur, barometrul aneroid şi barograful (barometrul înregistrator).

Umiditatea. In atmosferă există în permanenţă vapori de apă, care provin din evaporarea zilnică a unor cantităţi imense din apele oceanelor, mărilor, lacurilor, fluviilor şi rîurilor.

Umiditatea influenţează activitatea organismului, intervenind în procesele de termoreglare.

Umiditatea influenţează, de asemenea, întreţinerea igienică a locuinţei, îmbrăcămintea, conservarea alimentelor şi întreg ritmul de activitate a organismului.

Se numeşte stare de umiditate S sau stare higrometrică a aerului raportul dintre forţa elastică a vaporilor de apă din atmosferă f, la o temperatură oarecare (t^0) şi forţa elastică maximă F a vaporilor de apă la aceeaşi temperatură:

$$S = \frac{f}{F} \cdot$$

Starea higrometrică a atmosferei mai poate fi raportul dintre greutatea p a vaporilor de apă din atmosferă şi greutatea P a vaporilor care ar putea satura atmosfera la aceeaşi temperatură. Aceasta este umiditatea relativă:

$$S = \frac{p}{P} \cdot$$

Scanned with OKEN Scanner

Umiditatea absolută. Prin umiditate absolută se înţelege cantitatea exprimată în grame a vaporilor de apă conţinuţi într-un metru cub de aer.

Determinarea umidităţii absolute se face în felul următor: Se iau tuburi de sticlă umplute cu substanţe higroscopice. Se cîntăresc apoi aceste tuburi şi se aspiră prin ele un volum precis măsurat de aer. Vaporii de apă sînt absorbiţi de substanţele higroscopice. Se cîntăresc din nou tuburile. Diferenţa reprezintă greutatea vaporilor de apă, care se raportează la 1 m^3 aer.

13.1. DETERMINAREA UMIDITĂŢII RELATIVE

Umiditatea relativă se determină cu ajutorul higrometrelor.

Higrometrul cu fir de păr. Firele de păr au proprietatea de a se îmbiba cu vapori de apă din atmosferă. Datorită acestui fapt, ele se alungesc proporţional cu starea de umiditate. Firul de păr este fixat la un capăt de suportul aparatului, iar la celălalt capăt de un dispozitiv de pîrghii şi rotiţe. Cînd aerul este uscat, firul de păr se scurtează şi exercită o tracţiune asupra sistemului de pîrghii. Acestea pun în mişcare un ac indicator care se mişcă în faţa unui cadran gradat prin comparaţie. Cînd firul se alungeşte, un resort menţine firul întins (fig. 13.1).

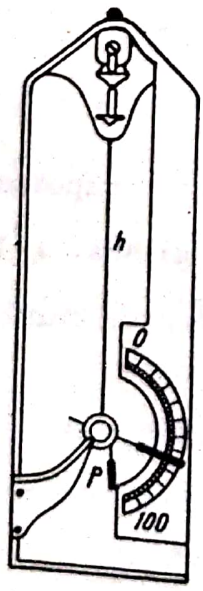


Fig. 13.1. Higrometru.

Higrograful este un aparat care înregistrează curba de variaţie a umidităţii

într-un interval de timp. Este construit tot pe principiul higrometrului cu păr. Acul indicator, în acest caz, este prevăzut cu o peniţă înregistratoare.

Psihrometrul serveşte la determinarea umidităţii relative a aerului, prin stabilirea forţei elastice a vaporilor de apă din atmosferă la o temperatură oarecare. Psihrometrul este compus din două termometre identice, aşezate pe un stativ, apropiate unul de altul.

Unul din termometre va arăta temperatura aerului, celuilalt i se înfăşoară în jurul rezervorului o bucată de tifon, al cărui capăt se află într-un vas cu apă (fig. 13.2).

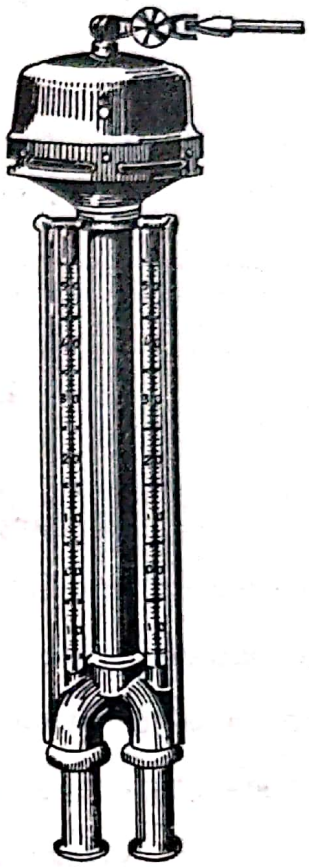


Fig. 13.2. Psihrometrul.

Termometrul cu bulbul umezit, prin evaporarea apei, va pierde căldura şi va arăta o temperatură mai mică decît cel cu bulb uscat, care arată temperatura aerului.

Expresia: $S = \frac{f}{F}$ arată valoarea stării higrometrice a aerului.

Forţa elastică a vaporilor f se calculează cu formula:

$$f = F - A\,(t - t')\,H,$$

unde:

f este forţa elastică a vaporilor existenţi la temperatura t;

F - forţa elastică maximă a vaporilor la temperatura t;

t - temperatura arătată de termometrul uscat;

Scanned with OKEN Scanner

t' este temperatura arătată de termometrul umed;

A - constanta aparatului;

H - presiunea atmosferică.

Umiditatea relativă se poate afla direct din tabele.

13.2. DETERMINAREA VITEZEI CURENȚILOR DE AER

Mişcarea aerului influenţează schimbul de căldură între organism şi mediul exterior. Ea are mare importanţă în producerea fenomenelor meteorologice, fiind un factor principal în autopurificarea aerului atmosferic. Mişcarea aerului intervine, de asemenea, în procesele de ventilaţie naturală şi artificială.

Viteza de mişcare a aerului se determină cu ajutorul anemometrelor. Acestea sînt aparate construite dintr-o axă pe care sînt fixate un număr de palete oblice care, sub acţiunea curenţilor de aer, imprimă axei o viteză de rotaţie proporţională cu tăria acestor curenţi.

În locul paletelor, pe axă pot să fie montate cupe. Această morişcă acţionează un contor care înregistrează numărul rotirilor axei. Viteza curenţilor de aer se exprimă în metri pe secundă.

Intensitatea de mişcare se apreciază în 12 trepte, după scara Beaufort (tabela 5).

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 5.

Scara intensităţii vitezei aerului

Treapta	Caracteristica mişcării aerului	Viteza de mişcare în m/s
0	Calm	0 - 0,5
1	Adiere abia perceptibilă	0,6 - 1,7
2	Vînt foarte slab	1,8 - 3,3
3	Vînt slab	3,4 - 5,2
4	Vînt uşor	5,3 - 7,4
5	Vînt potrivit	7,5 - 9,6
6	Vînt puternic	9,7 - 12,4
7	Vînt foarte puternic	12,5 - 15,2
8	Vînt extrem de puternic	15,3 - 18,3
9	Furtună	18,4 - 21,5
10	Furtună foarte puternică	21,6 - 29
11	Uragan	peste - 29

13.3. DETERMINAREA CAPACITĂŢII DE RĂCIRE A AERULUI

Această determinare oferă o indicaţie asupra intervenţiei simultane a mai multor factori meteorologici: temperatura, umiditatea şi viteza curenţilor de aer.

Determinarea se face cu ajutorul catatermometrului (figura 13.3).

Catatermometrul este un termometru cu alcool, avînd un rezervor mare. Tubul capilar prezintă o dilataţie deasupra rezervorului şi altă dilataţie la partea superioară. De asemenea, tubul are două repere, corespunzătoare temperaturii de 38^{o} şi 35^{o}C.

Scanned with OKEN Scanner

Fig.13.3. Catatermometrul.

Cu acest aparat se determină catavaloarea uscată şi umedă.

Determinarea catavalorii uscate: se introduce catatermometrul cu rezervorul într-un vas cu apă caldă la 40-45°C şi se lasă pînă se umple întreg capilarul şi 1/2 din dilataţia superioară. Se scoate aparatul din apă, se şterge cu tifon şi se suspendă de un stativ, în poziţie verticală. Se cronometrează apoi timpul necesar coborîrii coloanei de lichid, de la reperul 38°C la reperul 35°C. Timpul determinat în secunde se împarte la factorul înscris pe aparat iar rezultatul reprezintă milicaloriile pe centimetru pătrat, pe secundă.

Determinarea catavalorii umede: se învelşte rezervorul catatermometrului cu un tifon şi se introduce în baie de apă caldă. La scoaterea din baie, se scurge excesul de apă de pe tifon şi apoi se procedează ca şi în cazul precedent.

Determinarea temperaturii efective:

Temperatura efectivă este senzaţia pe care o avem la o temperatură oarecare. Astfel, în timpul verii, la o temperatură ridicată, avem o senzaţie neplăcută. Dacă punem în mişcare un ventilator, acesta ne produce o senzaţie plăcută de răcoare, deşi temperatura arătată de termometru nu s-a modificat.

Prin temperatură efectivă se înţelege temperatura pe care o simţim în anumite condiţii de umiditate şi de viteză a curenţilor de aer.

Această determinare se face pentru stabilirea zonei de confort. Pentru determinarea temperaturii efective se determină temperatura aerului, apoi catavaloarea uscată şi umedă, precum si viteza

de mişcare a aerului. Cu ajutorul acestor date se caută pe harta termometrică (fig. 13. 4) valoarea temperaturii efective.

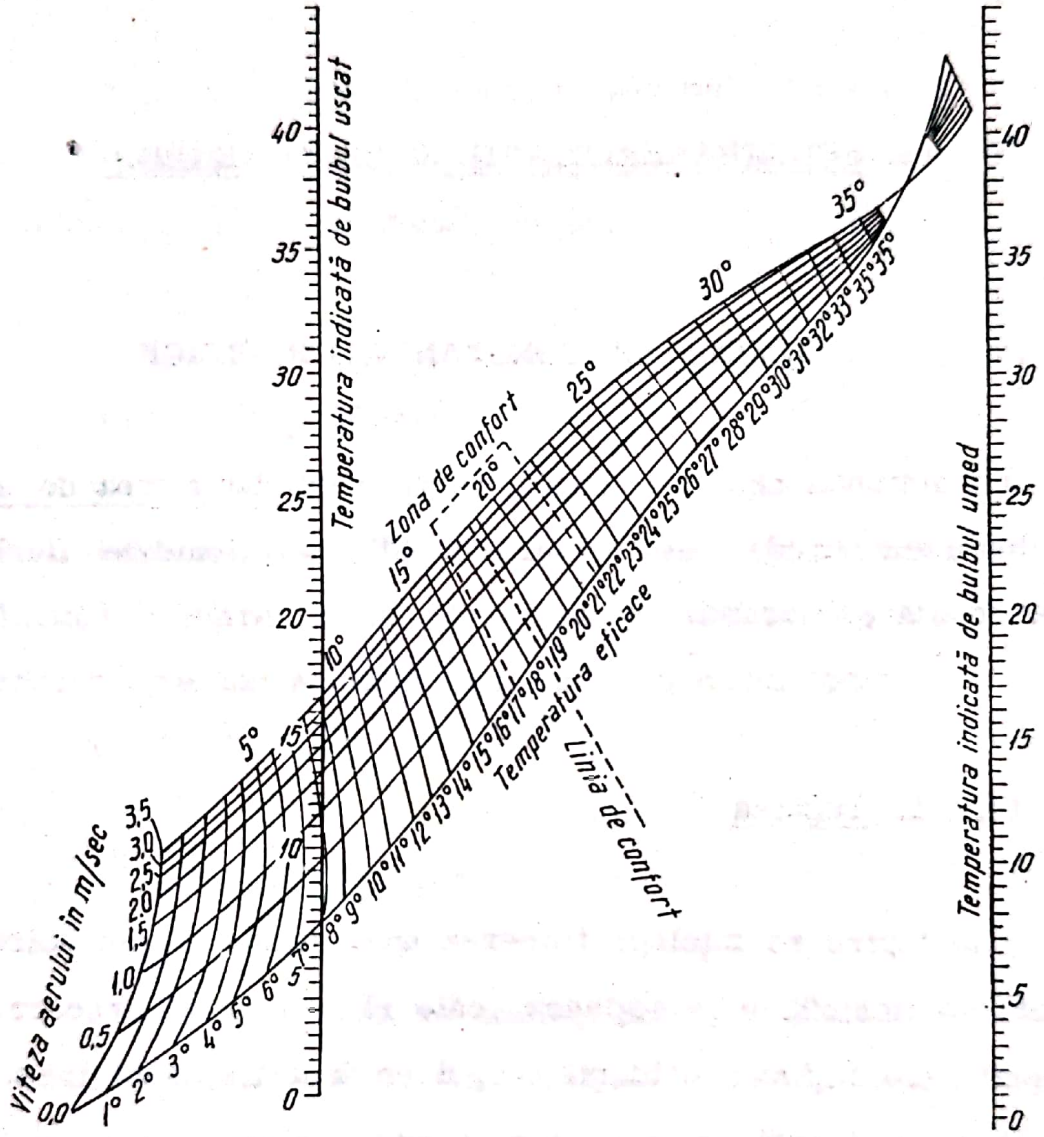


Fig. 13. 4. Harta termometrică.

Întrebări recapitulative

1. Cum se măsoară temperatura aerului, viteza curenţilor de aer, presiunea, umiditatea şi temperatura efectivă?

Scanned with OKEN Scanner

14. SCHIMBAREA STĂRILOR DE AGREGARE

14.1. DETERMINAREA CONSTANTELOR FIZICE

Sub acţiunea căldurii, corpurile îşi schimbă starea de agregare. Substanţele solide trec în stare lichidă, iar lichidele fierb şi apoi trec în stare gazoasă.

14.1.1. Topirea

Prin topire se înţelege trecerea unei substanţe din starea solidă în starea lichidă, prin acţiunea căldurii. Această trecere se face treptat: sub acţiunea căldurii corpul se înmoaie, apoi trece în starea lichidă. Alte substanţe se topesc brusc.

Legile topirii

- Temperatura de topire, sau punctul de topire, este o constantă fizică. Fiecare substanţă are acelaşi punct de topire, la aceeaşi temperatură.

- În tot timpul topirii, temperatura rămîne neschimbată. Aceasta se explică prin faptul că toată căldura primită este utilizată pentru schimbarea stării de agregare.

Scanned with OKEN Scanner

- Cantitatea de căldură absorbită de un gram de substanţă spre a-şi schimba starea de agregare se numeşte căldură latentă de topire.

Unele substanţe îşi măresc volumul prin topire, cum sînt sulful, plumbul, staniul. Altele, în urma topirii, vor avea un volum mai mic: apa, fonta, argintul, bismutul.

14.1.2. Solidificarea

Prin solidificare se înţelege trecerea unei substanţe din stare lichidă în stare solidă, prin pierderea căldurii. Acest fenomen se petrece respectînd aceleaşi legi ca şi în cazul topirii.

14.1.3. Supratopirea

Prin supratopire se înţelege fenomenul fizic prin care o substanţă topită rămîne în stare lichidă, la temperaturi mai scăzute decît punctul ei de solidificare. Astfel, apa fiartă timp îndelungat, dacă are un strat subţire de ulei la suprafaţă, va rămîne în stare lichidă pînă la $-12^{o}C$. Dacă se agită vasul, apa îngheaţă brusc. Unui corp în stare lichidă, la temperatură mai joasă decît punctul de solidificare, dacă îi adăugăm o cantitate mică din acea substanţă în stare solidă, lichidul va trece brusc în stare solidă.

Punctul de solidificare al unui lichid coboară dacă în acel lichid se dizolvă o sare. În acest caz, întîi se solidifică solventul, apoi substanţa dizolvată.

Scanned with OKEN Scanner

14.1.4. Determinarea punctului de topire

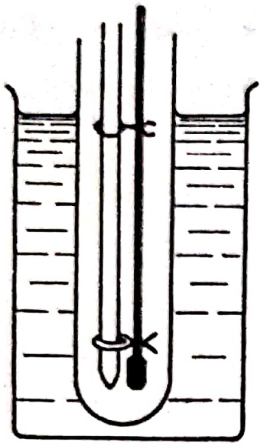


Fig. 14.1. Determinarea punctului de topire.

Pentru determinarea punctului de topire se procedează în felul următor: se ia un tub îngust, în care se introduce un fragment din corpul de cercetat. De acelaşi tub se leagă, cu sîrmă subţire, un termometru sensibil la 1/10 grad. Tubul, împreună cu termometrul, se introduc într-o eprubetă goală. Aceasta se introduce într-o baie de apă sau cu lichide cu punct de fierbere ridicat. Încălzindu-se baia exterioară, temperatura se transmite şi tubului în care se găseşte substanţa de cercetat (fig. 14.1).

În momentul cînd aceasta se topeşte, se citeşte temperatura indicată de termometru.

14.1.5. Determinarea punctului de solidificare

Substanţa de cercetat se introduce într-o eprubetă şi se topeşte. Se introduce apoi în masa topită un termometru de precizie şi se răceşte temperatura progresiv, agitînd mereu eprubeta. La un moment dat, nivelul mercurului din termometru rămîne la un nivel fix. Acesta este punctul de solidificare al corpului respectiv. La unele corpuri, mercurul scade progresiv, apoi rămîne la un nivel constant, după care se ridică brusc şi apoi iarăşi coboară. În acest caz, punctul de solidificare este punctul la care s-a ridicat mercurul după prima coborîre.

14.1.6. Vaporizarea

Trecerea unui corp din stare lichidă în stare de vapori se numeşte vaporizare. Acest fenomen se poate produce în două moduri:

a) prin evaporare, în acest caz, vaporii formîndu-se numai la suprafaţa lichidului;

b) prin fierbere: vaporii se formează în toată masa lichidului.

Evaporarea este fenomenul prin care un lichid se evaporă într-un spaţiu liber. Viteza de evaporare este proporţională cu suprafaţa liberă a lichidului, cu diferenţa dintre forţa elastică maximă a vaporilor şi forţa elastică a vaporilor, aflaţi la acea temperatură. Evaporarea mai este proporţională şi cu agitaţia aerului deasupra suprafeţei lichidului, deoarece prin această agitare se înlătură vaporii formaţi. Viteza de evaporare este invers proporţională cu presiunea gazului care se găseşte deasupra suprafeţei lichidului.

Fierberea constituie fenomenul prin care, sub acţiunea căldurii, se produc vapori în toată masa lichidului.

Fierberea este o constantă fizică. Un lichid fierbe totdeauna la aceeaşi temperatură, dacă presiunea nu se schimbă. Această temperatură se numeşte punct de fierbere, la presiunea de 760 torri.

- In tot timpul fierberii, temperatura lichidului şi a vaporilor nu se schimbă.

- Fierberea este însoţită de o schimbare de volum. Un litru de apă produce 1 700 litri de vapori.

- Cantitatea de căldură necesară unui gram dintr-un lichid pentru a trece în stare de vapori se numeşte căldură latentă de vaporizare.

Scanned with OKEN Scanner

- Într-un vas închis, un lichid supus la o temperatură superioară temperaturii de fierbere se supraîncălzeşte, fără să se evapore. Acest fenomen se datoreşte creşterii presiunii gazului de deasupra lichidului.

- Substanţele solide dizolvate într-un lichid micşorează tensiunea de vapori, în aşa fel că temperatura de fierbere se ridică.

14.1.7. Determinarea punctului de fierbere

Determinarea punctului de fierbere se face măsurînd temperatura la care lichidul fierbe în mod obişnuit. Pentru aceasta, lichidul se introduce într-un balon(fig.14.2), în care se introduc şi bucăţi de porţelan sau de sticlă, pentru ca fierberea să se facă în linişte. În balon se introduce şi un termometru sensibil la 1/10 grad. În timpul fierberii, temperatura rămîne neschimbată. Se va nota această temperatură. Dacă lichidul de cercetat este în cantitate mică, se introduce lichidul într-un tub îngust, de care se leagă un termometru.

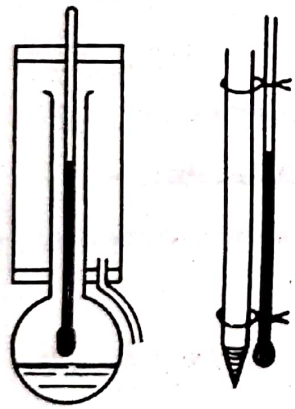


Fig.14.2. Determinarea punctului de fierbere.

Acest tub se introduce într-o eprubetă goală şi aceasta într-o baie de ulei. Încălzindu-se vasul exterior, se va încălzi şi tubul cu aer şi, prin urmare, şi tubul interior, în care se află lichidul de cercetat. În momentul în care lichidul de cercetat începe să fiarbă, se notează temperatura indicată de termometru.

Scanned with OKEN Scanner

14.1.8. Condensarea

Prin condensare, vaporii unui corp, care se găsesc la o temperatură mai scăzută decît cea corespunzătoare forţei elastice maxime, trec în stare lichidă.

14.1.9. Volatilizarea

Prin volatilizare se înţelege trecerea unui corp solid direct în stare de vapori. Fenomenul invers, de trecere a unui corp din stare de vapori direct în stare solidă, se numeşte sublimare.

14.1.10. Lichefierea

Prin lichefiere se înţelege trecerea vaporilor şi gazelor în stare lichidă.

14.2. NOŢIUNI DE CALORIMETRIE

Dacă se pune în contact un corp cald şi altul rece, corpul cald va transmite o parte din căldură corpului rece. Ca o consecinţă a acestui fapt, corpul cald se va răci, iar cel rece se va încălzi.

Unitatea de căldură este caloria mică sau calorigram.

Caloria mică este cantitatea de căldură necesară pentru ridicarea temperaturii unui gram de apă distilată de la $14,5^{o}C$ la $15,5^{o}C$.

Scanned with OKEN Scanner

O calorie mare este cantitatea de căldură necesară pentru ridicarea temperaturii unui kilogram de apă distilată de la $14,5^{o}C$ la $15,5^{o}C$.

14.2.1. Căldura specifică

Prin căldură specifică se înţelege cantitatea de căldură necesară unui gram de substanţă pentru a-şi ridica temperatura cu 1 grad. Căldura specifică este aceeaşi, între intervalul cuprins între 0 şi $100^{o}C$.

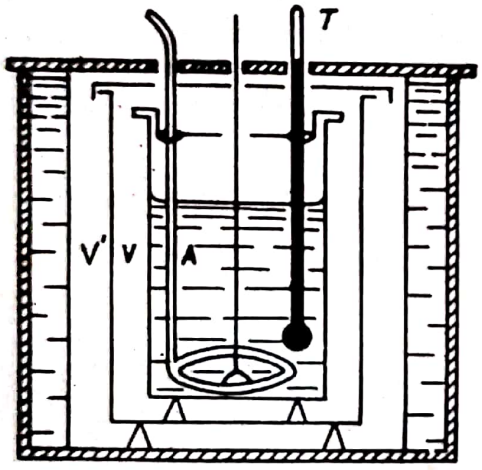


Fig. 14.3. Determinarea căldurii specifice la calorimetru.

Se numeşte capacitate calorică a unui corp cantitatea de căldură absorbită de acesta pentru a-şi ridica temperatura cu un grad.

Determinarea căldurii specifice. Căldura specifică se poate determina prin metoda amestecurilor. Determinarea se face în aparatul numit calorimetru. Acest aparat este compus dintr-un vas de alamă V, în care se pun apa şi corpul de cercetat. În acest vas se introduce un termometru T şi un agitator A. Vasul este acoperit cu capac şi este aşezat pe picioare izolante din plută într-un alt vas metalic V', închis cu capac. Acesta, la rîndul său, este aşezat în cutia exterioară a aparatului (fig. 14.3).

Corpul introdus în calorimetru va ceda căldura apei care se va încălzi de la T_o la T', în timp ce corpul se va răci de la T_o la T'.

Notînd cu x căldura specifică a corpului, vom avea următoarea relaţie:

$$Px\ (T-T') = p\ (T'-t),$$

în care:

P este greutatea corpului;

p - greutatea apei

$$X = \frac{p\ (T' - t)}{P\ (T - T')}$$

14.2.2. Puterea calorică a unui corp

Cantitatea de căldură pe care o eliberează un gram dintr-un corp, arzînd într-un exces de oxigen, se numeşte putere calorică a acelui corp.

Determinarea puterii calorice se face în bomba calorimetrică. Bomba calorimetrică este un recipient de oţel în care se introduce corpul a cărui putere calorică se determină. În interiorul bombei se află un dispozitiv de combustie, acţionat electric. Se introduce bomba într-un calorimetru cu apă, se declanşează dispozitivul de combustie şi se arde substanţa. Bomba calorimetrică se va încălzi, iar căldura va fi transmisă calorimetrului, diferenţa de temperatură măsurîndu-se cu termometrul.

Scanned with OKEN Scanner

14.3. APLICAŢII ALE TEMPERATURILOR SCĂZUTE

14.3.1. Producerea frigului

Metode de răcire utilizate în medicină. Cea mai simplă metodă de răcire a unor dispozitive este răcirea cu un curent de apă. Această metodă se utilizează şi pentru răcirea corpului bolnavilor.

O altă metodă de răcire se obţine prin topirea gheţii. Această însuşire este utilizată şi în tehnica îngrijirii bolnavilor. In unele boli se aplică pungi de gheaţă pentru a produce răcirea unei părţi a corpului.

O metodă de răcire internă o constituie evaporarea unui lichid volatil. Astfel, dacă se proiectează un jet de clorură de etil asupra unei regiuni a corpului, clorura de etil se evaporă, producînd răcirea bruscă a ţesuturilor. Această metodă se utilizează pentru a produce anestezia ţesuturilor.

O altă metodă de producere a temperaturilor scăzute este metoda amestecurilor frigorifice. În tabela 6 se dau compoziţiile cîtorva amestecuri frigorifice şi temperaturile ce se pot obţine, utilizînd aceste amestecuri.

Pentru păstrarea soluţiilor şi produselor biologice se utilizează dulapuri frigorifice - izoterme.

Acestea pot fi de două feluri:

- răcitoare cu gheaţă;
- frigidere electrice.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 6

Amestecuri frigorifice

Substanţa	Proporţia	Scăderi de temperatură
Azotat de amoniu - apă	1 : 1	- 16°C
Azotat de sodiu - apă	1 : 4	- 11°C
Clorură de potasiu - apă	1 : 4	- 12°C
Sulfat de sodiu - acid clorhidric concentrat	8 : 5	- 17°C
Gheaţă - sare sfărîmată	1 : 1	- 18°C
Gheaţă fărîmiţată - clorură de calciu pulverizată	2 : 3	- 51°C
Gheaţă sfărîmată - acid azotic	2 : 1	- 56°C

a. Răcitoarele cu gheaţă

Acestea sînt dulapuri izolate termic, în care se menţine o temperatură scăzută prin introducerea gheţii.

Răcitoarele au două compartimente: un compartiment superior, în care se introduce gheaţă naturală sau artificială şi un compartiment inferior, în care se introduc produsele biologice.

La partea inferioară, răcitoarele au un robinet pentru scurgerea apei provenite din topirea gheţii.

b. Maşini frigorifice industriale. Frigidere

Frigiderele sînt indispensabile în laboratoare, pentru păstrarea produselor biologice.

Funcţionarea frigiderelor se bazează pe coborîrea temperaturii produse de destinderea unui gaz. Această destindere se produce fie comprimînd gazul cu un compresor, acţionat cu motor electric ca la frigiderele FRIGERO, ZILL, SARATOV ş.a., fie încălzind gazul şi mărindu-i astfel presiunea, ca la frigiderul FRAM.

Gazele utilizate în maşinile frigorifice sînt: amoniacul, bioxidul de sulf, clorura de etil, freonul ş.a.

14.3.2. Noţiuni de crioscopie

Crioscopia se ocupă cu determinarea punctului de congelare a unei soluţii.

S-a văzut că punctul de congelare al unei soluţii coboară dacă în această soluţie se dizolvă o substanţă solidă, lichidă sau gazoasă.

Coborîrea punctului este proporţională cu concentraţia soluţiei.

Dacă într-un solvent se dizolvă o moleculă-gram de substanţă, coborîrea punctului crioscopic se numeşte coborîrea moleculară.

Coborîrea moleculară este constantă pentru fiecare solvent, avînd aceeaşi valoare pentru toate substanţele:

$$\Delta = K \cdot C_m,$$

în care:

C_m este concentraţia moleculară;
Δ - punctul crioscopic;
K - constantă,

dacă:

$$C_m = 1$$

$$\Delta = K.$$

Această constantă pentru apă are valoarea 1,87.

Determinarea punctului crioscopic se utilizează pentru calcularea concentraţiei moleculare şi a presiunii osmotice a soluţiilor. Se măsoară cu ajutorul crioscopului.

Punctul crioscopic al celorlalte lichide biologice variază cu compoziţia lor, după cum se vede în tabela 7.

Tabela 7

Punctul crioscopic al unor lichide biologice

Lichidul biologic	Punctul crioscopic
Plasma	- 0,56°C; - 0,58°C
Urina	- 0,1°C; - 3,5°C
Saliva	- 0,45°C
Sucul gastric	- 0,45°C
Bila	- 0,65°C
Limfa	- 0,62°C
L.C.R.	- 0,65°C
Lacrima	- 0,80°C

Întrebări recapitulative:

1. Cum se produce răcirea corpurilor în laborator?
2. Aparate pentru producerea frigului.
3. Ce este crioscopia?

Scanned with OKEN Scanner

15. APARATURĂ DE FIERBERE, STERILIZARE CU VAPORI ŞI DISTILARE

15.1. FIERBATOARE

Dintre mijloacele utilizate pentru sterilizare, cel mai simplu şi la îndemînă este fierberea.

Prin fierberea la 100°C, timp de 30 minute se distrug toţi microbii, fără să se distrugă, însă, şi sporii acestora.

15.1.1. Sterilizatoare pentru instrumente

Pentru sterilizarea instrumentelor prin fierbere, se utilizează sterilizatoare din tablă inoxidabilă.

Acestea au formă de cutii dreptunghiulare, de diferite mărimi, acoperite cu capac. In interiorul fierbătorului există un grătar care se poate scoate cu ajutorul a două cîrlige (fig.15.1).

Scanned with OKEN Scanner

Instrumentele se aşază pe grătar şi acesta se introduce în sterilizator, care se umple cu apă. Se închide capacul şi se încălzeşte pînă la fierbere.

Fierberea se poate face la o sursă de căldură exterioară: lampă de spirt, gaze naturale, aragaz sau fierbătorul poate fi încălzit electric.

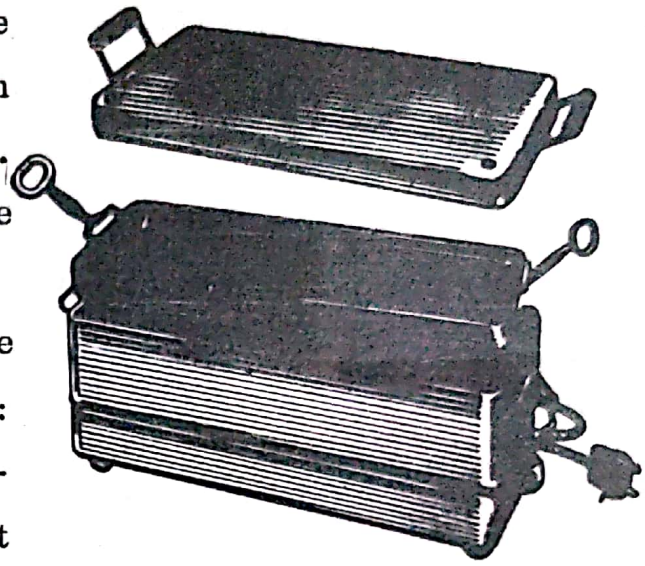


Fig.15.1. Sterilizator electric pentru instrumente.

Se ştie că dacă se dizolvă o substanţă solidă în apă, aceasta produce scăderea punctului crioscopic şi ridicarea punctului de fierbere. Pentru a face ca fierberea să se producă sigur la 100°C, se dizolvă în apă puţin bicarbonat de sodiu.

15.1.2. Oala Koch

Pentru sterilizarea unor medii de cultură la o temperatură care să nu depăşească 100°C, se utilizează oala Koch. Aceasta este un vas cilindric, cu pereţi dubli, în interiorul căruia se introduce un coş metalic în care se aşază preparatele (medii de cultură, soluţii injectabile), care trebuie să fie sterilizate. Vasul se închide cu capac. În interior se introduc 1-3 l de apă, apoi vasul se încălzeşte cu o lampă primus sau cu un arzător de gaze. Apa începe să fiarbă, iar vaporii formaţi se condensează în contact cu peretele exterior şi apa rezultată se încălzeşte din nou. In felul acesta, fierberea se poate face timp de 2-3 ore, fără ca nivelul apei să scadă.

Scanned with OKEN Scanner

Sterilizarea la oala Koch prezintă două dezavantaje:

1. temperatura de fierbere fiind 100°C, nu se distrug şi sporii microbilor;

2. în timpul fierberii, dopurile sticlelor se udă, necesitînd o uscare ulterioară în etuve cu aer cald.

15.2. AUTOCLAVE

Pentru a se realiza sterilizarea materialelor la temperatura de peste 100°C, se utilizează autoclavele.

Acestea se bazează pe principiul fierberii lichidelor în vase închise. În această situaţie, presiunea vaporilor care apasă la suprafaţa lichidului împiedică fierberea acestuia, astfel încît lichidul se supraîncălzeşte, fără să fiarbă.

Autoclavele sînt vase cilindrice cu pereţii din metal rezistent, care se închid printr-un capac de metal, prins în şuruburi.

Autoclavele permit sterilizarea produselor infectate, realizînd distrugerea tuturor bacteriilor patogene, precum şi a sporilor acestora. Distrugerea sporilor se produce datorită ridicării punctului de fierbere al apei, din cauza creşterii presiunii. In tabela 8 se poate vedea temperatura de fierbere a apei la diferite presiuni.

Autoclavele se utilizează în industrie şi în laboratoare.

În industria alimentară, autoclava se utilizează pentru sterilizarea conservelor alimentare.

În industria farmaceutică, se utilizează pentru sterilizarea medicamentelor injectabile, iar în industria serurilor şi a vaccinurilor, pentru sterilizarea mediilor de cultură, precum şi a produselor infectate.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 8

Corelaţiile dintre presiunea din autoclavă şi temperatură

Temperatura °C	Presiunea	
	kg/cm^2	atmosfere
100	0,00	0,00
105	0,20	0,20
110	0,43	0,42
115	0,69	0,67
120	0,99	0,96
125	1,33	1,29
130	1,72	1,65
135	2,16	2,09
140	2,65	2,56
145	3,20	3,10
150	3,82	3,70
155	4,51	4,36
160	5,27	5,10

Autoclavele se utilizează şi pentru sterilizarea materialelor de pansat, a truselor chirurgicale de la sălile de operaţie, precum şi a materialelor sanitare folosite în timpul operaţiilor şi a pansamentelor. Chirurgii nu ar fi putut realiza progresele uluitoare din zilele noastre, fără acest mijloc de sterilizare.

În laboratoarele de analize medicale, autoclavele se utilizează la sterilizarea mediilor de cultură, precum şi la sterilizarea sticlăriei şi utilajelor în care au fost cultivaţi micorbi. De asemenea, în autoclave se sterilizează recipientele în care au fost colectate produse infectate.

Scanned with OKEN Scanner

Autoclavele sînt de mai multe feluri:

a) autoclave verticale;

b) autoclave orizontale.

15.2.1. Autoclave verticale

a. Autoclave cu pereţi simpli sau autoclave Chamberlain

Autoclava este o modificare a oalei lui Papin şi se compune dintr-o căldare cilindrică de aramă, aşezată în poziţie verticală pe un suport de metal. Autoclava se închide cu un capac, fixat cu şuruburi puternice. Acest capac este prevăzut cu trei orificii: unul este în legătură cu un manometru, al doilea cu un robinet, iar al treilea, cu o supapă de siguranţă. Autoclava este încălzită cu o coroană de becuri de gaze. In interiorul autoclavei se introduce un suport pe care se aşază un coş de sîrmă, în care se găsesc materialele cu urmează a fi sterilizate. În autoclavă se introduce apă, pînă la nivelul suportului. Se închide capacul. Pentru o bună închidere, capacul este prevăzut cu o garnitură de cauciuc sau din azbest. Şuruburile de închidere ale capacului se închid, astfel ca să realizeze o strîngere uniformă a capacului. Pentru aceasta, se strîng întotdeauna şuruburile situate pe acelaşi diametru. După ce s-a închis capacul, se aprinde focul şi se deschide robinetul situat pe capac. Acest robinet se deschide pentru a se evacua aerul din autoclavă. Înlăturarea aerului din autoclavă este necesară, deoarece aerul nu are acţiune sterilizantă, eficacitatea sterilizării fiind în funcţie numai de acţiunea vaporilor de apă. Aerul din autoclavă nu numai că nu are

acţiune sterilizantă ci şi împiedică sterilizarea. Dacă aerul rămîne în autoclavă în timpul sterilizării se adună în pungi. In aceste pungi, efectul căldurii umede fiind redus, obiectele care se află în asemenea condiţii rămîn nesterilizate. Din acest motiv, este necesar ca aerul din autoclavă să fie complet înlăturat. Pentru aceasta, robinetul de evacuare a aerului trebuie să fie montat chiar pe capac. Trebuie, de asemenea, ca dopurile cu care se închid recipientele să fie din material permeabil (vată, tifon).

S-a arătat că, pentru evacuarea aerului, se deschide robinetul de evacuare. In timpul încălzirii autoclavei, se încălzeşte şi aerul care, avînd densitate mai mică, se evacuează complet. La început, vaporii de apă fiind amestecaţi cu aer, scurgerea lor prin robinet se face în mod discontinuu. In momentul în care vaporii se scurg în jet continuu, înseamnă că aerul a fost complet evacuat din autoclavă. In acest moment se închide robinetul de evacuare.

Se urmăresc apoi indicaţiile manometrului, iar în momentul în care s-a ajuns la presiunea şi temperatura dorită, se reduce flacăra, astfel ca să se menţină presiunea necesară atît timp cît este necesar pentru sterilizare. Dacă s-a depăşit presiunea, se deschide automat supapa de siguranţă, reducîndu-se presiunea.

Manometrul indică presiunea în atmosfere sau în kg/cm^2. Manometrul poate indica direct şi temperatura interioară corespunzătoare. După terminarea sterilizării, se închide flacăra, apoi se lasă să se răcească pînă ce manometrul arată presiunea zero. După răcire, se deschide robinetul, apoi se deschide capacul şi se scot materialele sterilizate. În cazul în care nu se aşteaptă răcirea completă, în momentul în care se deschide robinetul, presiunea din interiorul autoclavei scade brusc, iar lichidele supuse sterilizării, aflîn-

Scanned with OKEN Scanner

du-se la temperaturi superioare punctului de fierbere, intră brusc în fierbere, aruncînd dopurile flacoanelor şi compromiţînd astfel sterilizarea.

Deoarece în timpul răcirii autoclavei, vaporii de apă se condensează şi udă dopurile flacoanelor, înainte de a se începe sterilizarea, aceste materiale se acoperă cu o hîrtie groasă.

Timpul de sterilizare este în funcţie de temperaturile la care se efectuează sterilizarea şi este indicat în metoda de lucru.

O sterilizare bună se obţine utilizînd datele din tabela 9.

Tabela 9

Durata sterilizării la diferite presiuni

Presiunea	Temperatura	Timpul
1 1/2 at	112°C	90 min
2 at	120°C	30 min
3 at	134°C	10 min

Controlul sterilizării la autoclavă se face cu mijloace fizice, chimice şi biologice.

Mijloace fizice. Acest control constă în folosirea aparatelor înregistratoare de temperatură, care se utilizează, însă, numai la autoclavele industriale, de mare capacitate. Ele sînt foarte costisitoare, se defectează uşor şi nu se pot utiliza la autoclavele mici de laborator.

Mijloace chimice. Pentru aceasta, se introduc în tuburi de sticlă substanţe cu punct de topire cunoscut. Aceste tuburi se închid

la capete la flacără, apoi se introduc împreună cu materialul ce urmează să fie sterilizat. Topirea substanţei şi solidificarea ei în masă compactă arată că temperatura a atins valoarea necesară, dar nu dă indicaţii asupra timpului cît a fost menţinută această temperatură.

Substanţele utilizate ca teste chimice, cu punct de topire cunoscut, sînt:

- benzonaftolul 110°C;
- antipirina 113°C;
- sulful 113°C;
- rezorcina 119°C;
- acidul benzoic 120°C.

În practică, se utilizează pentru controlul sterilizării în autoclav, testul cu soluţie de glucoză, care virează în galben, dacă temperatura în timpul sterilizării, s-a ridicat la 123°C.

Prepararea soluţiei:

Se dizolvă în 1000 ml apă distilată, 30 g citrat trisodic şi 30 g glucoză, după care se adaugă 10 ml acid clorhidric sol normală.

Se repartizează în flacoane de penicilină, sau eprubete, cîte 2,5 ml soluţie. Flacoanele se închid cu dopuri şi se introduc în autoclav în poziţie verticală. Soluţia care este incoloră, după sterilizare va vira în galben-brun, dacă temperatura în autoclav s-a ridicat la 123°C (1-2 atmosfere).

Mijloace biologice. Împreună cu materialele de sterilizat, se introduc în autoclavă şi tuburi conţinînd culturi microbiene, care se distrug la temperaturi precise.

După sterilizare, se fac treceri pe mediile de cultură. Dacă mediile de cultură rămîn sterile, înseamnă că sterilizarea a fost bine efectuată.

Scanned with OKEN Scanner

Ca test biologic, se utilizează:

- b. anthracis care se distruge la 115°C;
- b. botulinicus care se distruge la 125°C.

b. Autoclave cu pereţi dubli

Acest aparat (fig. 15.2) se deosebeşte de cel precedent prin faptul că are pereţi dubli. Intre pereţi, la partea inferioară, se găseşte apă, al cărei nivel este indicat printr-un tub de nivel.

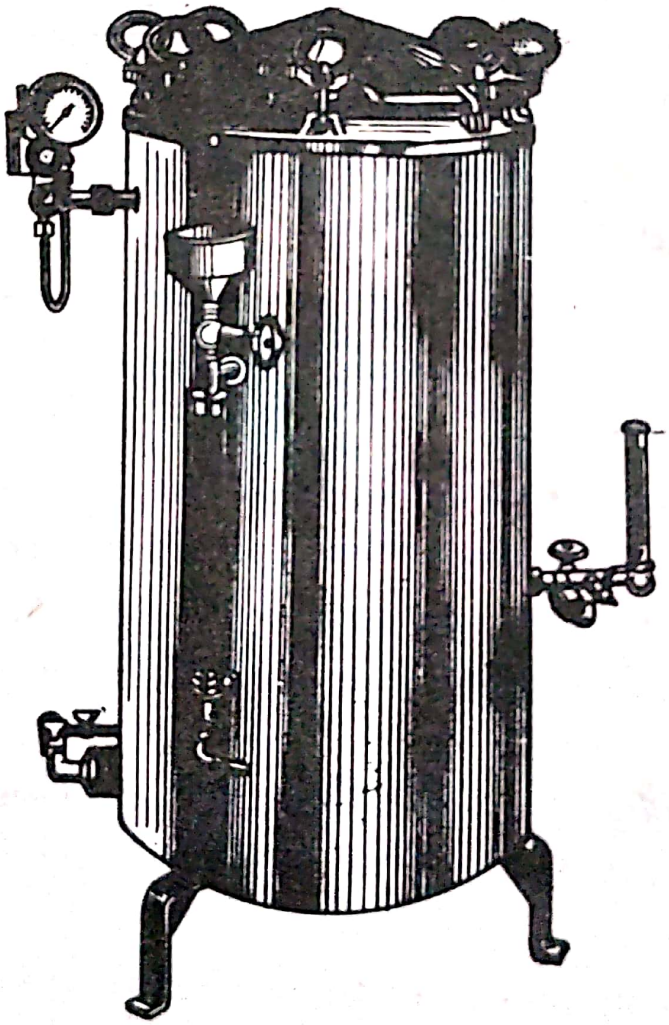


Fig. 15.2. Autoclav cu pereţi dubli.

Scanned with OKEN Scanner

Vasul interior este prevăzut cu orificii pentru admiterea vaporilor.

În rest, aparatul are aceleaşi părţi componente ca şi autoclava cu pereţii simpli, precum şi acelaşi mod de funcţionare.

15.2.2. Autoclave orizontale

Acestea sînt autoclave cu pereţi dubli, alimentate cu abur furnizat de la centrala termică a spitalului sau de la un generator propriu de aburi.

Generatorul de abur este compus dintr-un cazan cu apă, încălzită electric, în care se produc vapori. Aceştia se introduc apoi în autoclavă. După terminarea sterilizării, vaporii sînt condensaţi într-un condensator.

Aceste autoclave se utilizează, în special, în instalaţiile centrale de sterilizare de la blocurile operatorii din spitale şi de la instalaţiile de sterilizat seringi.

Poziţia orizontală a autoclavei prezintă avantajul unei exploatări mai comode. Fiind alimentat de la centrala termică, se elimină gazele, datorită arderii combustibilului.

a. Autoclave pentru dezinfecţie

În spitale există autoclave mari, pentru dezinfecţie. In ele se pot steriliza: echipamentul spitalicesc, saltele, pături, lenjerie, rufărie, precum şi paturile bolnavilor.

Aceste autoclave sînt de tip orizontal şi, fiind de mare capacitate, sînt instalate între două încăperi, deschizîndu-se în ambele

părţi. Sînt alimentate, de la centrala termică a spitalului, cu vapori supraîncălziţi pînă la 160°C.

Pe o parte se introduc obiectele infectate, iar prin partea cealaltă se scot obiectele sterilizate. Avînd două uşi, această autoclavă permite respectarea unui circuit, astfel ca să nu se încrucişeze lucrurile sterile cu cele nesterile.

Există şi autoclave mobile care se utilizează în acţiuni de combatere a epidemiilor, pentru dezinfecţia hainelor şi obiectelor aparţinînd bolnavilor şi contacţilor de boli transmisibile.

Măsurile ce trebuie respectate, cînd se lucrează cu autoclave, sînt următoarele:

1 - să se verifice funcţionarea supapei de siguranţă;

2 - să se verifice garnitura de închidere. Aceasta se va unge cu vaselină, după fiecare autoclavare;

3 - verificarea manometrului;

4 - verificarea umplerii cu apă;

5 - respectarea regimului de lucru prescris în instrucţiunile de folosire.

În cazul nerespectării acestor instrucţiuni pot surveni accidente grave, autoclava putînd chiar exploda şi periclita viaţa celor din apropiere.

Dacă garnitura este defectă sau dacă aerul nu s-a evacuat complet, dacă manometrul este defect sau închiderea nu s-a făcut corect, nu se poate realiza temperatura necesară sterilizării şi, deci, materialele nu se sterilizează.

Scanned with OKEN Scanner

15.3. APARATUL DE FORMOLIZARE

Aparatul de formolizare (fig.15.3) se utilizează pentru dezinfecţia cu formol a încăperilor.

Aparatul este un recipient în care se introduce formol. Recipientul se încălzeşte la flacăra unui arzător de gaze, producîndu-se evaporarea formolului. Presiunea vaporilor de formol este de maximum 3 kilograme-forţă pe centimetru pătrat. Temperatura la care se încălzeşte aparatul, pentru a produce această presiune de vapori, este de 143°C. Timpul de încălzire a cazanului este de 30 min. Vaporii formaţi se împrăştie în camera ce urmează să fie dezinfectată, datorită presiunii realizate în aparat.

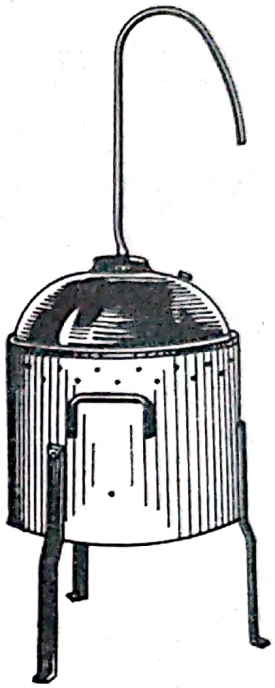


Fig.15.3. Aparat pentru formolizare

15.4. STERILIZATOARE CU AER CALD (ETUVE)

Etuvele de laborator sînt aparate care se utilizează la încălzirea, uscarea sau sterilizarea unor produse.

15.4.1. Etuve simple, încălzite electric şi cu gaze

În principiu, o etuvă este alcătuită dintr-o cameră metalică de încălzire, cu pereţi dubli. Camera interioară este izolată termic

de peretele exterior, prin azbest sau vată de sticlă. Forma etuvelor poate fi rotundă sau pătrată. Dimensiunile acestora variază după scopul în care sînt construite.

Peretele anterior al etuvei formează uşa aparatului.Aceasta se închide etanş, avînd de jur împrejur o garnitură de azbest.

Camera interioară mai este prevăzută cu două uşiţe cu geam.

La partea superioară, etuvele au un locaş pentru introducerea termometrului, precum şi 1-2 orificii de ventilaţie.

La partea inferioară este instalat dispozitivul de încălzire.

În cazul etuvelor încălzite cu gaze, acestea au, la partea inferioară, o coroană de becuri de gaze. În cazul în care sînt încălzite electric, acestea au dedesubtul cutiei interioare un sistem de rezistenţe electrice care încălzesc aparatul. Un întrerupător în trepte introduce sau scoate din circuit rezistenţele, după necesităţi.

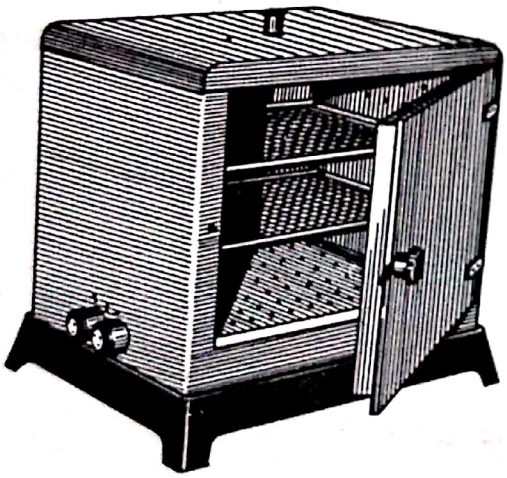


Fig. 15.4. Pupinel pentru sterilizarea cu aer cald.

Această etuvă, numită şi pupinel, se utilizează la sterilizarea sticlăriei şi a instrumentelor chirurgicale (fig. 15.4). Sterilizarea se face timp de o oră, la 180° C. Deoarece trebuie supravegheată tot timpul cît durează sterilizarea, această etuvă s-a perfecţionat, introducîndu-i-se un termoregulator bimetalic, pentru a se menţine temperatura la 180°C.

Etuvele electrice au, pe unul din pereţii exteriori, o bornă pentru legarea aparatului la pămînt, pentru a preveni electrocutarea, în caz de defectare a etuvei.

Scanned with OKEN Scanner

15.4.2. Etuve termoreglabile

Aceste aparate permit reglarea temperaturii între 50° şi 250-300°C. Se utilizează pentru uscarea materialelor, deshidratarea produselor, aducerea la greutate constantă şi sterilizări.

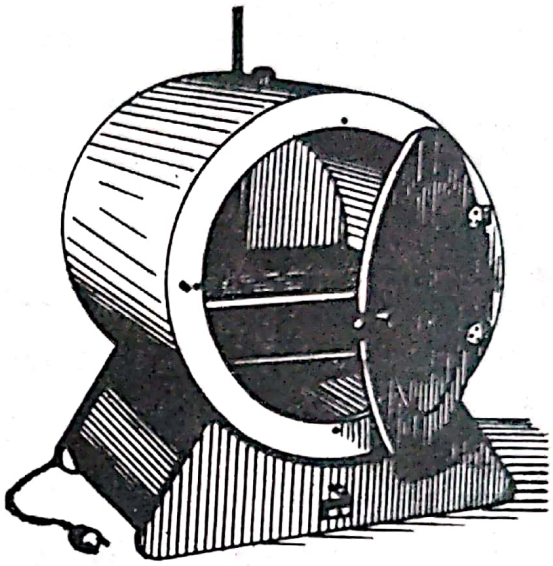


Fig. 15.5. Etuva termoreglabilă.

Forma poate fi paralelipipedică sau cilindrică (fig. 15.5).

Spaţiul util interior este împărţit în trei părţi, prin două poliţe. Construcţia este asemănătoare cu aceea a etuvelor simple. Acestea au, însă, în plus, dipozitivul de termoreglare.

Încălzirea se face prin intermediul unor rezistenţe, în mai multe trepte.

15.4.3. Termoreglarea

Termoregulatorul poate fi de mai multe feluri. Se poate utiliza, ca termoregulator, un termometru de contact cu releu cu mercur. Acesta are o sensibilitate de ±0,1°C şi asigură o termoreglare cu variaţii de cel mult 2%. Termometrul de contact (fig. 15.6) este un termometru special, cu mercur gradat între 0 şi 100°C, avînd două scări; o scară inferioară în care se ridică coloana de mercur şi o scară superioară de-a lungul căreia se deplasează un reper ce

se fixează la temperatura dorită. Acest reper se deplasează prin rotirea unui electromagnet la partea superioară a termometrului. De indicatorul amintit este fixat un fir de metal inoxidabil care este introdus în capilarul termometrului inferior. Acest fir se deplasează odată cu indicele de pe scara superioară. Extremitatea inferioară a acestui fir se va găsi în dreptul aceleiaşi diviziuni de pe scara termometrului inferior, ca şi indicele fixat de noi pe scara superioară. Firul metalic este pus în legătură printr-o rezistenţă mare cu un releu electric. Al doilea fir este pus în legătură cu rezervorul de mercur al termometrului. Cînd nivelul mercurului va ajunge la temperatura pentru care s-a reglat termometrul, mercurul ajunge în contact cu firul metalic din interiorul tubului capilar, stabilindu-se astfel contactul între coloana de mercur şi fir. In acest moment, un electromagnet care se găseşte în acest circuit acţionează asupra unui întrerupător cu mercur, producînd întreruperea curentului electric care alimentează etuva. Cînd mercurul din capilarul termometrului coboară, se întrerupe contactul electric între coloana de mercur şi firul metalic. Electromagnetul va fi scos din circuit, iar releul cu mercur va stabili curentul de alimentare a etuvei.

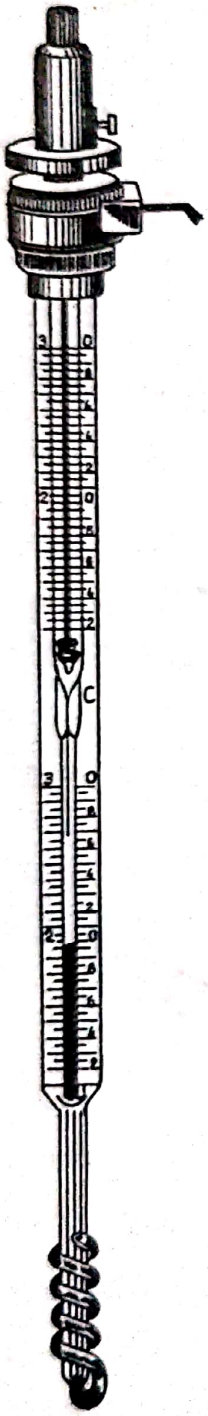


Fig. 15.6. Termometru de contact.

Termoregulatorul bimetalic este format din două vergele din metale diferite, sudate între ele. Datorită dilatării inegale, a celor două metale, acestea se încovoaie. In urma încovoierii, se deplasează o pîrghie care întrerupe un contact electric. Intreruperea circuitului acţionează un releu care întrerupe sau stabileşte curentul de încălzire al etuvei.

15.4.4. Sterilizarea uscată

S-a văzut că una din cele mai dese utilizări a etuvelor este sterilizarea cu aer cald. Această sterilizare se aplică exclusiv obiectelor de sticlă şi de metal (instrumente medicale).

Înainte de a începe sterilizarea, se vor lua următoarele măsuri:

- se controlează starea aparatului, a cablului şi a termometrului;
- se controlează dacă aparatul este legat la priza de pămînt;
- se şterge etuva de praf cu o cîrpă uscată;
- se împachetează în hîrtie obiectele ce urmează a fi sterilizate;
- se aşază obiectele astfel încît aerul cald să poată circula printre ele;
- se va îngiji ca obiectele să nu atingă direct pereţii metalici ai etuvei, pentru a evita aprinderea hîrtiei cu care sînt împachetate.

După ce se închid uşile, se roteşte întrerupătorul, încălzind etuva progresiv, pînă la temperatura dorită, la care se va men-

ţine apoi timpul stabilit. La terminarea sterilizării, se întrerupe curentul electric şi se aşteaptă răcirea etuvei. După ce etuva s-a răcit, se vor scoate obiectele sterilizate. Hîrtia şi dopurile trebuie să fie uşor îngălbenite şi pot avea un miros de caramel. Nu este permis ca acestea să fie carbonizate.

15.4.5. Etuve pentru parafină

Etuva pentru parafină este o etuvă termoreglabilă, la temperatura de topire a parafinei, adică între 45°C şi 56°C. De formă paralelipipedică, are o construcţie asemănătoare etuvei termoreglabile descrise. Se utilizează în laboratoarele de histologie, pentru includerea pieselor în parafină topită (fig. 15.7).

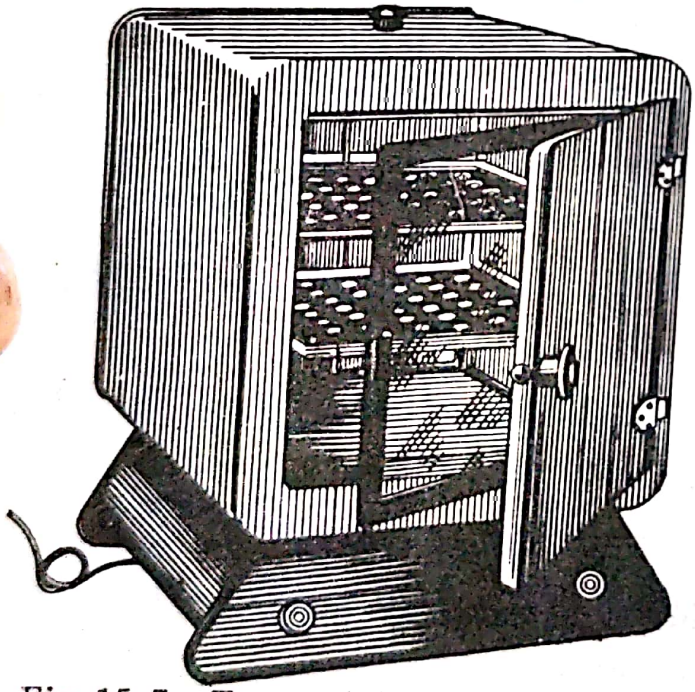


Fig. 15.7. Termostat pentru includere la parafină.

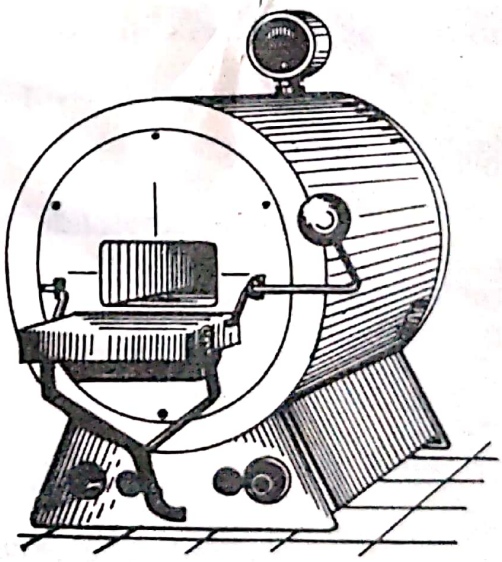


Fig. 15.8. Cuptor de calcinare.

Scanned with OKEN Scanner

15.4.6. Cuptoare de calcinare

Cuptoarele de calcinare se utilizează pentru arderea substanţelor organice. Ele sînt făcute din material ceramic, rezistent la temperaturi înalte. Incălzirea lor se face electric (fig.15.8).

Întrebări recapitulative:

1. Cum se face sterilizarea prin fierbere?
2. Ce sînt autoclavele şi cum se utilizează?
3. Cum se face controlul sterilizării la autoclave?
4. Ce aparate se utilizează pentru sterilizarea uscată?
5. Cum se realizează termoreglarea etuvelor ?
6. Cum se face sterilizarea uscată?

15.5. TERMOSTATE

Termostatele sînt aparate care se întrebuinţează în laboratoare şi în industrie, pentru menţinerea unor produse biologice sau culturi microbiene la temperatură constantă.

Termostatele au următoarele părţi componente:

- cameră pentru temperatura constantă;
- sistem de încălzire;
- termoregulator;
- termometru de control.

Termostatele moderne sînt cu încălzire electrică. Cele de campanie pot fi încălzite cu petrol şi gaze.

Scanned with OKEN Scanner

15.5.1. Termostate electrice

Termostatele electrice se utilizează în laboratoarele de analize medicale şi în laboratoarele de cercetare ştiinţifică pentru realizarea unui mediu cu temperatură constantă.

Forma termostatului poate fi paralelipipedică sau cilindrică. Dimensiunile termostatelor sînt variabile.

a. Termostatul ITM paralelipipedic

Acesta are un spaţiu util de 414 x 290 x 340 mm. Volumul util este de 40 dm^3. Acest spaţiu este împărţit în trei compartimente, separate prin două poliţe (fig. 15. 9).

Pereţii termostatului sînt dubli. Pereţii interni delimitează spaţiul util. Cei exteriori formează carcasa aparatului. Intre pereţii termostatului sînt dispuse rezistenţele de sîrmă de crom-nichel, care încălzesc termostatul, şi un strat izolant termic.

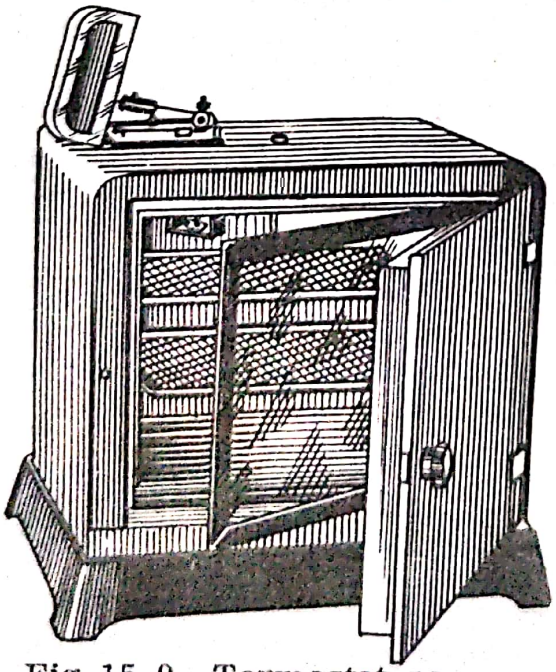


Fig. 15. 9. Termostat paralelipipedic.

Termostatul este prevăzut cu uşi duble. Pe peretele superior se găseşte locaşul termometrului de control. Pe peretele lateral este fixat dispozitivul de întrerupere a curentului, a termoregulatorului bimetalic cu care este echipat acest aparat.

Termoregulatorul asigură menţinerea temperaturii de 37° C ± 0,5°C. Pe peretele posterior se găseşte borna pentru legarea aparatului la pămînt.

Unele termostate paralelipipedice au pereţii exteriori din lemn, ca termostatul Hearson.

b. Termostatul hidraulic ITM

Termostatul hidraulic este un termostat electric, cu pereţi dubli, avînd între pereţi o manta de apă, care asigură menţinerea temperaturii constante. Dimensiunile acestui termostat sînt mai mari decît acelea ale tipului descris anterior. Termostatul este aşezat pe un stativ metalic cu patru picioare. Spaţiul util este mai mare, fiind prevăzut cu poliţe de sîrmă împletită. La partea superioară se găsesc locaşul termometrului şi un orificiu de ventilaţie. Pe peretele extern este fixat întrerupătorul termoregulatorului bimetalic. La partea superioară a peretelui extern se găseşte un tub de nivel pentru a indica nivelul apei dintre pereţii termostatului. La partea inferioară a peretelui extern se găseşte un robinet de golire.

Apa se introduce printr-un orificiu situat pe peretele superior.

Peretele anterior este format din două uşi duble. La partea inferioară se găseşte sistemul de încălzire, compus din două rezistenţe electrice, montate în tuburi metalice. Aceste rezistenţe încălzesc mantaua de apă care menţine o temperatură constantă a spaţiului interior. Aparatul este prevăzut cu o bornă pentru legătura la pămînt.

Aparatul se umple cu apă distilată, apoi se conectează la reţeaua de curent electric. Timpul necesar ca termostatul să ajungă la temperatura de 37°C. este mai lung decît la termostatul fără apă. Temperatura este, însă, mai constantă.

Scanned with OKEN Scanner

c. Camera termostat

În laboratoarele mari de bacteriologie este necesar un spaţiu mai mare pentru incubarea culturilor microbiene. Pentru aceasta se amenajează camere termostat de dimensiuni mari. De obicei, aceste camere se instalează în nişe de zid, special amenajate. În interiorul nişei se amenajează camera termostat cu pereţi dubli din lemn. Între pereţi se interpune un strat izolator de vată de sticlă, azbest, plută sau rumeguş de lemn. Uşa camerei termostat este cu pereţi dubli şi cu izolaţie termică. Spaţiul interior este amenajat cu rafturi pentru aşezarea culturilor microbiene sau a stativelor cu eprubete. Încălzirea se face prin intermediul radiatoarelor cu infraroşii sau a radiatoarelor cu rezistenţe de nichelină. In camera termostat se mai găseşte dispozitivul de termoreglare, precum şi mai multe termometre de control, situate la nivele diferite. Camera termostat poate să mai aibă ventilatoare pentru omogenizarea temperaturii.

15.6. TERMOREGULATOARE PENTRU TERMOSTATE

Termoregulatorul este dispozitivul care menţine temperatura termostatului la nivel constant. In scopul acesta, se utilizează mai multe feluri de dispozitive, din care vor fi menţionate cele mai des utilizate.

Scanned with OKEN Scanner

15.6.1. Termoregulatorul bimetalic

Termoregulatorul bimetalic se bazează pe coeficienţii diferiţi de dilatare a două metale diferite. Este format dintr-o vergea de metal 1, îndoită în formă de U, de care este sudată o a doua vergea a unui alt metal 2. Acest termoregulator are una din ramuri fixată în interiorul termostatului (fig. 15.10).

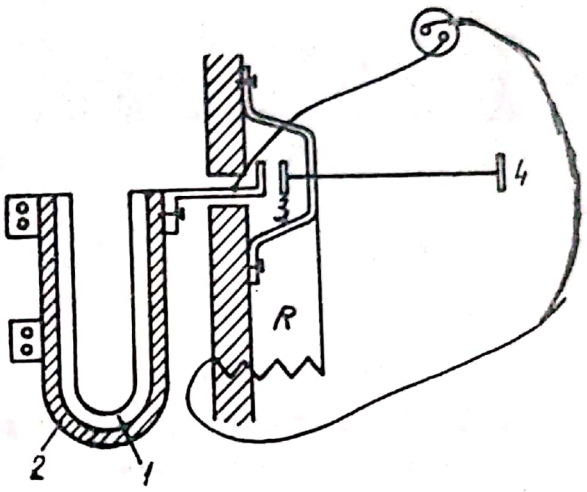


Fig. 15.10. Termoregulator bimetalic.

Dacă termostatul se încălzeşte la o temperatură mai mare de 37°C, cele două metale, dilatîndu-se în mod inegal, fac ca cele două ramuri să se apropie, desfăcîndu-se contactul 3 şi oprindu-se trecerea curentului electric prin rezistenţa de încălzire R. Cînd termostatul se răceşte sub 37°C, cele două ramuri ale vergelelor metalice se depărtează, făcînd să se stabilească contactul 3. Curentul electric va trece iarăşi prin rezistenţa R, încălzind termostatul. Reglarea întreruperii se face acţionînd asupra şurubului 4.

15.6.2. Termoregulatorul cu termometru de contact

Termometrul de contact declanşează dispozitivul de termoreglare la variaţii de temperatură de $\pm$ 0,1°C (fig. 15.11).

Termometrul de contact a fost descris anterior.

Termometrul de contact T se reglează cu magnetul M la temperatura dorită. Se conectează aparatul la reţea, iar curentul

electric, trecînd prin rezistenţa R, încălzeşte termostatul. Cînd temperatura ajunge la valoarea pentru care s-a reglat termometrul, coloana de mercur a termometrului va face contact cu firul metalic din interiorul capilarului termometrului, stabilind curentul în releul I.

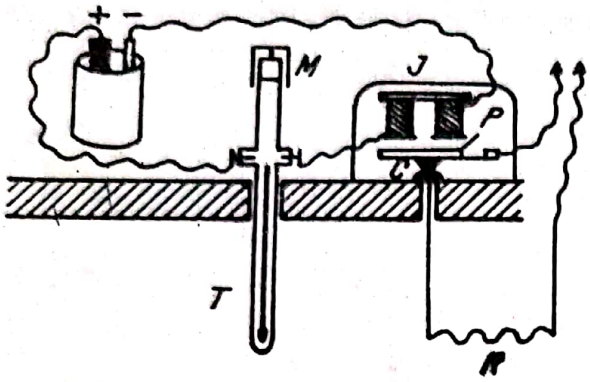


Fig. 15.11. Termoregulator cu termometru de contact.

Electromagnetul releului va atrage plăcuţa P, întrerupîndu-se contactul C şi oprind astfel trecerea curentului în rezistenţa R, ceea ce determină răcirea termostatului. Datorită scăderii temperaturii, coloana de mercur a termometrului coboară, întrerupîndu-se contactul cu firul de metal din interiorul termometrului de contact. Datorită întreruperii acestui contact, curentului electric nu va mai trece prin electromagnet. Plăcuţa P va reveni la poziţia iniţială, stabilind contactul C, iar curentul electric va trece iarăşi prin rezistenţa de încălzire R.

15.6.3. Întreţinerea termostatelor

Termostatele electrice sînt aparate rezistente care pot fi folosite un timp foarte îndelungat, dacă sînt utilizate corect.

În exploatarea termostatelor, trebuie să se ţină seama de următoarele recomandări:

- termostatele trebuie instalate în încăperi în care diferenţa de temperatură să nu fie prea mare;

- înainte de a fi puse în funcţiune, se controlează dacă este făcută legătură la pămînt, dacă cordonul de alimentare şi ştecherul nu sînt defecte;

- în cazul termostatelor cu apă, se va controla dacă sînt pline cu apă. Pentru a se evita depunerea sărurilor, precum şi ruginirea termostatului, se va utiliza apa distilată;

- se va conecta apoi aparatul la reţeaua de curent electric, la tensiunea înscrisă pe plăcuţa aparatului;

- cînd termometrul va indica temperatura dorită, se va roti şurubul de reglaj, astfel ca să se facă întreruperea contactelor platinate la această temperatură. In cazul dispozitivului de termoreglare cu termometru de contact, se va roti electromagnetul pînă ce indicatorul de pe scara superioară a termometrului va fi aşezat la temperatura dorită;

- contactele platinate ale termoregulatorului trebuie să se cureţe periodic de zgura formată din cauza scînteilor de întrerupere;

- curăţirea acestor contacte se face în felul următor: se deconectează aparatul de la reţea, pentru a nu fi expuşi electrocutării, apoi se şterg contactele platinate cu vată cu alcool;

- în cazul în care recipientele din termostat, conţinînd substanţe infecţioase, se sparg, se vor lua următoarele măsuri: cu ajutorul tampoanelor de vată, manipulate cu o pensă, se absoarbe lichidul scurs în termostat; atît tampoanele utilizate cît şi pensa se aruncă la găleata cu material infecţioase; se toarnă apoi în termostat o soluţie dezinfectantă de sublimat 1‰, cloramină 10%, sau bromocet 10%, lăsîndu-se 30 min ; se înlătură lichidul dezinfectat prin metoda de mai sus (tampoane de vată), apoi termostatul se şterge cu o cîrpă uscată;

Scanned with OKEN Scanner

- dacă termostatul nu are orificii de ventilaţie, se va îngriji să fie ventilat zilnic, prin deschiderea uşilor.

Întrebări recapitulative:

1. Ce tipuri de termostate se utilizează în laboratoare?
2. Cum se realizează termoreglarea termostatelor?
3. Cum se utilizează şi întreţin termostatele?

15.7. BĂI UTILIZATE ÎN LABORATOARE

Băile sînt utilizate în laborator pentru încălzirea indirectă a substanţelor, prin intermediul unor lichide, ca: apa, uleiul, glicerina ş.a.

În laborator sînt utilizate mai multe tipuri de băi:

15.7.1. Baia de apă cu ochiuri şi nivel constant

Baia de apă cu ochiuri este un vas în formă de calotă sferică, din tablă de cupru. Diametrul băii este de 212 mm, iar adîncimea de 90 mm. Capacitatea băii este de 1,8-2 litri. Baia este acoperită cu un capac format din mai multe elemente inelare şi un căpăcel central, care se îmbină unul faţă de celălalt, oferind o suprafaţă plană orizontală (fig.15.12).

Scanned with OKEN Scanner

La partea inferioară a băii este sudat dispozitivul pentru alimentarea cu apă şi menţinerea apei la nivel constant, format dintr-o ţeavă de racord, ţeavă de preaplin şi un mic rezervor cu nivel de preaplin.

Fig.15.12. Baia de apă simplă.

Baia se aşază pe un trepied de metal. Incălzirea băii se poate face în mai multe moduri:

- Încălzirea la flacăra unui bec Bunsen sau Teclu.

15.7.2. Baia de apă cu mai multe locuri

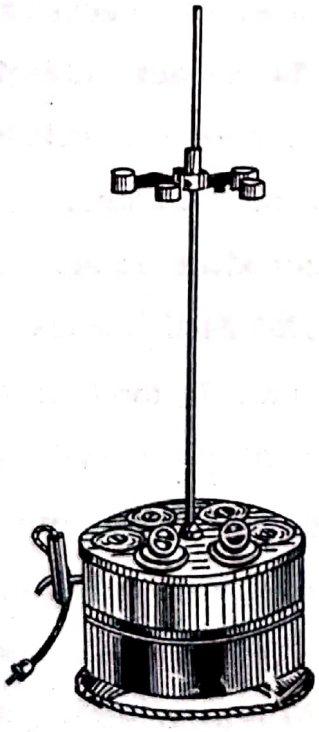


Fig.15.13. Baie electrică cu şase locuri.

Baia descrisă anterior permite încălzirea unui singur recipient. Pentru a încălzi simultan mai multe recipiente se construiesc băi de formă dreptunghiulară sau circulară, în care se pot încălzi 3-6 recipiente. Pentru fiecare recipient este prevăzut un loc separat de încălzire, acoperit cu un capac format din inele.

O asemenea baie este încălzită electric, avînd un singur element de încălzire, ca în figura 15.13 . sau poate avea cîte un element de încălzire pentru fiecare loc.

Scanned with OKEN Scanner

15.7.3. Baia de inactivat sînge

În laboratorul de bacteriologie şi serologie se utilizează o baie de apă care serveşte la încălzirea aerului sanguin la 56°C, sau pentru efectuarea unor analize la temperatura de 37°C.

Baia (fig.15.14) este montată pe un suport metalic rigid. Pe acest suport este fixată carcasa exterioară a băii, care este din tablă de fier. Baia propriu-zisă este un vas dreptunghiular de tablă de cupru, acoperit cu un capac cu două uşi cu gemuri.

Aceste uşi sînt înclinate, pentru a da posibilitate scurgerii picăturilor de apă condensată pe părţile laterale, evitînd astfel căderea lor în eprubetele din baie. In interiorul acestui vas este aşezat un grătar de metal, pe care se aşază stativele cu eprubetele, astfel ca acestea să nu ajungă în contact direct cu fundul băii, care este situat pe elementele de încălzire. In baie se pot introduce 12 stative metalice cu cîte 24 de eprubete de 16 x 160 mm, în total 288 de eprubete, sau 12 stative a 30 de eprubete de 12 x 120 mm, în total 360 de eprubete sau 12 stative a 30 de eprubete de 10 x 100 mm, în total 360 de eprubete. Pe peretele lateral sînt fixate dispozitivele de umplere şi menţinere la nivel constant, precum şi robinetul de golire.

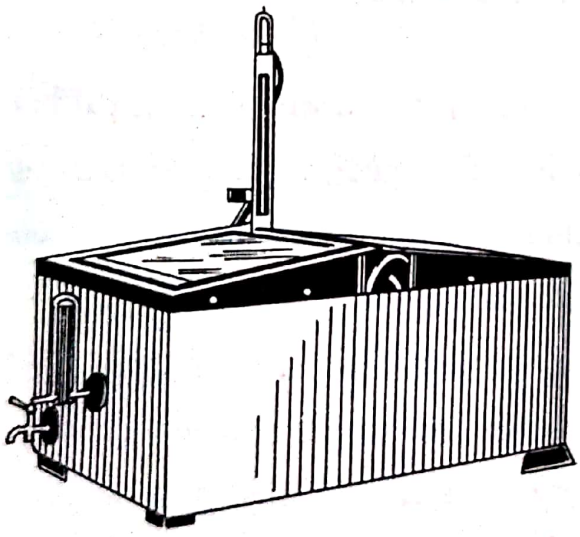


Fig.15.14. Baie de inactivat sînge.

Scanned with OKEN Scanner

Corpul de încălzire este situat sub peretele inferior al băii, fiind compus din 3 elemente de încălzire, cu rezistenţele electrice care se alimentează cu curent electric de la reţeaua de 220 volţi. Termoreglarea se face fie cu un termometru de contact şi releu de întrerupere a curentului, fie cu un termoregulator bimetalic şi releu de întrerupere, care asigură funcţionarea constantă a băii la temperatura fixată între 30°C şi 60°C, cu o precizie de $\pm$ 0,5° C. Baia este prevăzută cu bornă pentru legătura la pământ.

Este strict interzis să se încălzească baia fără apă. Volumul minim de apă este de 14 litri, iar volumul maxim de 32 litri. Timpul de încălzire depinde de volumul de apă şi de temperatura de lucru. In cazul în care cantitatea de apă din baie este de 32 litri, încălzirea se face în 40-45 min, pentru 37°C, şi 90-100 min, pentru 56°C. Dacă baia conţine 14 litri de apă, atunci timpul de încălzire este de 20-25 min, pentru 37°C, şi 50-60 min, pentru 56°C.

15.7.4. Baia ultratermostat

Ultratermostatul tip Höppler este o baie de apă termoreglabilă pentru menţinerea temperaturii la nivel constant, între -60°C şi +125°C, cu o toleranţă de $\pm$ 0,1°C.

Baia are o capacitate de 8 litri apă. Temperatura apei este constantă în toate straturile, datorită unui agitator continuu, acţionat printr-un motor electric. Incălzirea se face prin două rezis-

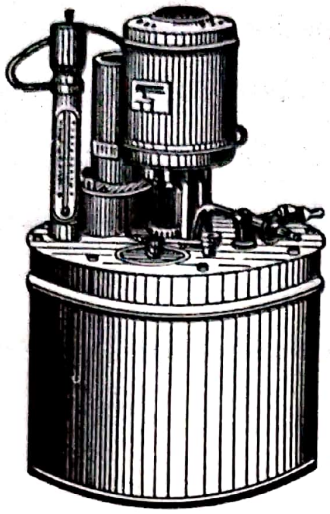


Fig. 15.15. Ultratermostat.

tenţe tubulare. Motorul electric acţionează şi o pompă care poate alimenta cu apă caldă, la temperatură constantă, un aparat anexă sau o baie de încălzire anexă fig. 15.15).

Termoregulatorul este un termometru de contact şi releu de mercur. La partea superioară are un orificiu circular, acoperit cu capace inelare, în care orificiu se poate introduce un stativ rotund de metal, cu eprubetele ce urmează a se ţine la temperatură constantă.

Baia este utilizată, în special, pentru efectuarea testelor de coagulare a sîngelui. Se utilizează, de asemenea, pentru efectuarea unor teste enzimatice.

Pentru protecţia contra electrocutării, baia are un dispozitiv de legătură la pămînt.

15.7.5. Agregate termoreglabile pentru băi de apă

Pentru încălzirea unor vase cu lichid se pot utiliza agregate care se introduc în vasul respectiv, încălzesc lichidul la temperatura dorită şi menţin această temperatură la nivel constant timpul prescris.

Scanned with OKEN Scanner

Un asemenea agregat este compus din mai multe părţi, asamblate într-o piesă unică, ce se poate fixa de peretele vasului cu lichidul ce urmează a fi încălzit (fig. 15.16).

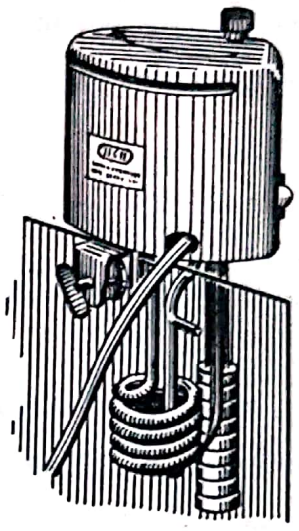


Fig. 15.16. Agregat termoreglabil pentru băi de apă.

Dispozitivul cuprinde un element de încălzire, cu o rezistenţă tubulară, un termoregulator cu termometru de contact şi releu de întrerupere a curentului şi un agitator acţionat cu motor electric. Are, de asemenea, o pompă acţionată de motorul electric care debitează 6-7 litri de apă caldă pe minut, putînd încălzi şi un aparat anexă. Are aceleaşi utilizări ca şi ultratermostatul.

15.7.6. Baia de nisip

Baia de nisip (fig. 15.17) se utilizează pentru încălzirea unor recipiente cu soluţii, la temperaturi între 80°C şi 250°C.

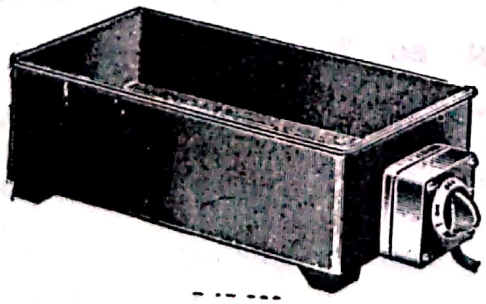


Fig. 15.17. Baie de nisip.

Aparatul este compus dintr-o tavă de tablă groasă, de aramă, în care se pune un strat de 3-5 cm nisip. Forma băii este paralelipipedică, dimensiunile fiind variabile. Adîncimea băii este de aproximativ 10 cm, din care 5 cm reprezintă grosimea stratu-

Scanned with OKEN Scanner

lui de nisip. Această tavă este fixată într-o carcasă metalică, conţinînd elementele de încălzire, precum şi un întrerupător cu mai multe trepte.

15.7.7. Baia pentru coagularea mediilor de cultură

Baia pentru coagularea mediilor de cultură se utilizează pentru coagulare în poziţie înclinată a mediilor de cultură cu ser sanguin sau cu ou.

Această baie este o combinaţie de termostat cu manta de apă şi baie de nisip. Aparatul este de formă dreptunghiulară şi are pereţi dubli, din tablă de aramă figura 15.18. Între pereţi exista o manta de apă care se încălzeşte cu gaze sau electric, pînă la temperatura dorită. Aparatul este închis cu o uşă cu geamuri. In spaţiul interior se introduce tăviţa cu nisip, în care se aşază eprubetele cu mediile de cultură, în poziţie înclinată. Partea inferioară a eprubetelor se înfundă în nisip. Se închide capacul şi se încălzeşte aparatul la temperatura dorită, supraveghind vizual aspectul eprubetelor. Aparatul are un dispozitiv de protecţie, prin legare la pămînt.

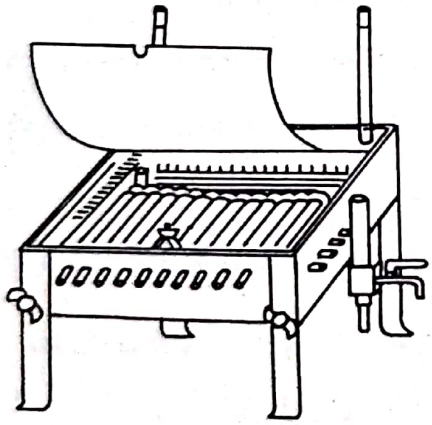


Fig. 15.18. Baie pentru coagulat medii de cultură.

Scanned with OKEN Scanner

15.7.8. Întreţinerea băilor

Utilizarea băilor de apă, încălzite electric, se face respectînd o serie de măsuri:

- se va controla întotdeauna dacă baia este plină cu apă;
- se va controla dacă este făcută legătura la pămînt, pentru protecţia contra accidentelor de electrocutare;
- se va controla şi regla termoregulatorul;
- aparatul va fi racordat la o priză cu tensiunea corespunzătoare, conform instrucţiunilor de folosire;
- cordonul de alimentare, fişa şi steckerul trebuie să fie intacte;
- baia trebuie să aibă un termometru pentru controlul temperaturii apei.

Întrebări recapitulative:

1. Ce tipuri de băi se utilizează mai frecvent în laboratoare?
2. Cum se utilizează baia cu ochiuri şi nivel constant?
3. Cum se utilizează baia ultratermostat?
4. Cum se întreţin băile de laborator?

15.8. APARATURA DE DISTILARE

Operaţia de încălzire a unui lichid pînă la temperatura de vaporizare şi apoi condensarea vaporilor şi colectarea lichidului format într-un recipient se numeşte distilare.

Scanned with OKEN Scanner

Operaţia de distilare se face pentru a separa un lichid de substanţele pe care le conţine în disoluţie. Aşa, de exemplu, cînd se distilă apa, aceasta se separă de sărurile care sînt dizolvate.

Aparatele de distilare se bazează pe principiul lui Watt sau al pereţilor reci.

15.8.1. Alambicul

Alambicul este un aparat pentru distilat catităţi mari de lichid. Aparatul este compus dintr-o căldare de aramă 1, în care se introduce lichidul de distilat. Căldarea este acoperită cu un capac de metal 2, care comunică printr-un tub lung 3 cu un răcitor în serpentină 4, menţinut la o temperatură mai mică decît a mediului ambiant, printr-o manta de apă rece (fig. 15.19).

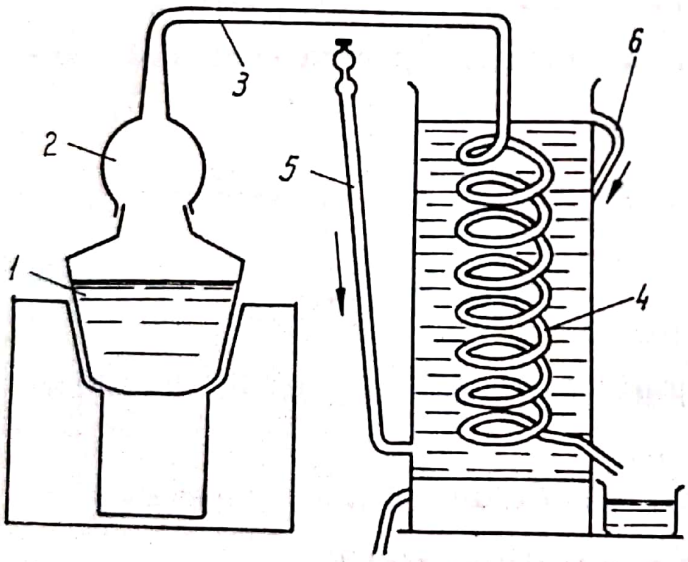


Fig. 15.19. Alambicul.

La partea inferioară a serpentinei se colectează lichidul distilat. Vasul răcitor are un tub de alimentare cu apă rece 5, situat la partea inferioară, şi un tub de scurgere a apei care s-a încălzit.

Scanned with OKEN Scanner

15.8.2. Aparatul pentru distilarea apei I.T.M. cu rezervor de 25 litri

Aparatul metalic de distilat (fig.15.20) se utilizează în laboratoare pentru prepararea apei distilate necesare efectuării lucrărilor de laborator şi a spălării sticlăriei.

Acest aparat are o capacitate de 25 litri şi un debit de 4 litri de apă distilată pe oră.

Aparatul are un dispozitiv de umplere automată 1 şi se compune dintr-un cotlon de tablă 2, o căldare pentru fierbere 3, dispozitivul de răcire şi condensare a vaporilor 4, dispozitivul de nivel constant 1 şi sursa de încălzire.

Suportul aparatului, sau cotlonul, este din tablă groasă. La partea anterioară are o uşă pentru a permite introducerea sursei de încălzire. La partea posterioară are un burlan, pentru evacuarea fumului şi gazelor rezultate în timpul încălzirii. Pe acest suport este aşezată căldarea, care are o capacitate de 25 litri de apă. Gîtul căldării este îngust şi permite fixarea - prin înşurubare - a dispozitivului de răcire. Lateral, cazanul are racordat dispozitivul de umplere şi de menţinere la nivel constant. Dispozitivul de răcire şi condensare a vaporilor este format dintr-o sferă cu pereţi dubli. Între aceşti pereţi circulă apa de răcire. Pe partea internă, la marginea inferioară a condensatorului, există un

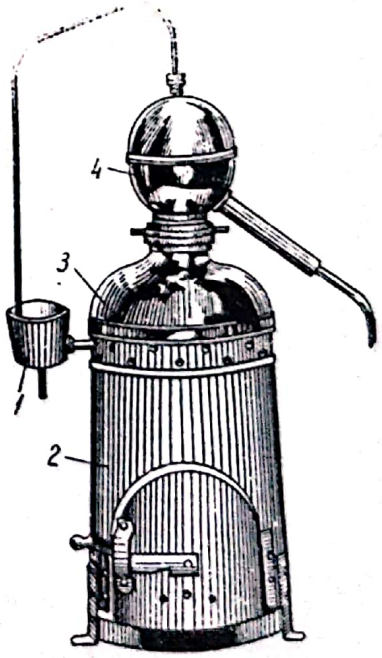


Fig.15.20. Aparat de distilat ITM, de 25 l.

Scanned with OKEN Scanner

şanţ pentru colectarea apei condensate, şanţ la care este racordat tubul de scurgere a apei distilate.

Racordarea la apa rece se face printr-un tub de racordare, fixat la condensatorul de abur. Apa care a răcit condensatorul intră apoi în dispozitivul de alimentare cu apă al cazanului. Acest dispozitiv are o ţeavă de preaplin, prin care apa este evacuată la instalaţia de canalizare.

Aparatul se încălzeşte cu un arăzător de gaze, cu lampa primus sau chiar cu lemne de foc. Aparatul mai are o variantă mai mică, cu o capacitate de 5 litri.

15.8.3. Aparatul electric pentru distilarea apei

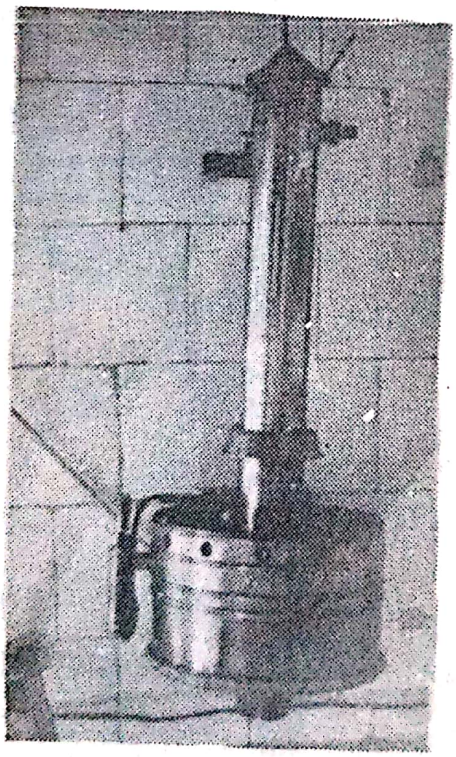


Fig. 15.21. Aparat electric pentru distilat apa.

Acest aparat electric, fabricat de I.T.M., se alimentează de la reţeaua de curent trifazic 220/380 volţi, avînd un debit de apă distilată de 6 litri/oră.

Aparatul este din aramă şi se fixează pe perete, prin intermediul unor suporturi metalice. El se compune dintr-o cameră cilindrică, numită vaporizator, în care se găsesc rezistenţele tubulare de încălzire (fig. 15.21). În această cameră cilindrică se produc vaporii de apă. Vaporii, prin presiunea realizată, sînt împinşi în schimbătorul de căldură, răcit cu o manta de apă, din care, după condensare, apa se colectează în recipientul de colectare.

Scanned with OKEN Scanner

15.8.4. Aparate pentru bidistilarea apei

Pentru a obţine o apă distilată fără ioni metalici se utilizează aparate de distilat din sticlă.

Aparatele de bidistilat şi tridistilat din sticlă, au următoarele părţi componente:

- un balon de sticlă rezistentă la încălzire;
- un refrigerent;
- un vas de colectare a apei distilate.

Sticla din care se confecţionează aceste aparate trebuie să fie perfect neutră şi să nu cedeze ioni apei distilate. Toate racordurile dintre piesele componente trebuie să fie din sticlă, eliminîndu-se garniturile de cauciuc sau dopurile de orice fel.

În figura 15.22 este prezentat un aparat din sticlă de bi- şi tridistilat apă. Acest aparat are un balon de 1, 2, 4 sau 6 litri în care se introduce apa distilată 1. La gîtul balonului se montează refrigerentul în formă de pară 2, care este de tipul refrigerentului cu dublă suprafaţă de răcire. Acesta are un tub pentru racordare la instalaţia de apă de răcire şi un tub pentru îndepărtarea apei de răcire.

Apa distilată se prinde într-un recipient care are gîtul acoperit cu un clopot de sticlă, pentru împiedicarea impurificării apei de la exterior.

Aparatul se încălzeşte cu un bec de gaz sau pe o plită electrică.

Dezavantajul acestui aparat este că are un debit mic şi nu este prevăzut cu dispozitiv de umplere automată.

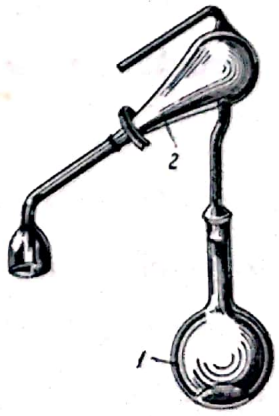


Fig. 15.22. Aparat de sticlă pentru distilat apa.

Scanned with OKEN Scanner

Aparatul de bidistilat Purator (R.D.G.) este prevăzut cu umplere automată şi cu încălzire electrică. Poate fi utilizat ca monodistilator, bi- sau tridistilator. Debitul este de 2,5 l pe oră.

15.8.5. Aparate pentru distilări fracţionate

Distilarea fracţionată este operaţia prin care se separă două sau mai multe lichide volatile.

Operaţia de distilare fracţionată se poate face într-un distilator obişnuit sau în distilatorul special.

15.8.6. Refrigerente utilizate la distilare

La distilările ce se efectuează în laboratoare se utilizează mai multe feluri de refrigerente:

a) Refrigerente cu aer care sînt simple tuburi de sticlă mai lungi, răcirea făcîndu-se prin intermediul aerului ambiant.

b) Refrigerente cu apă care au un manşon de sticlă, pe unde circulă apa ce răceşte refrigerentul şi sînt de mai multe feluri:

- Refrigerentul simplu Liebig

Acest refrigerent este format dintr-un tub drept, înconjurat de manşonul de sticlă, prin care circulă apa de răcire. Manşonul de răcire poate fi sudat de tubul interior sau fixat prin dopuri de cauciuc. Lungimea refrigerentului este de 200-600 mm.

- Refrigerentul cu bule Allihn

Tubul interior al acestui refrigerent (fig. 15.23) prezintă 5,6 sau 8 bule (umflături). Are o lungime de 400-600 mm.

Scanned with OKEN Scanner

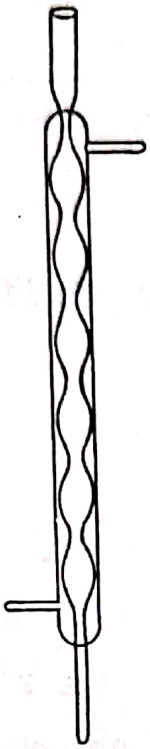


Fig. 15. 23. Refrigerent cu bule.

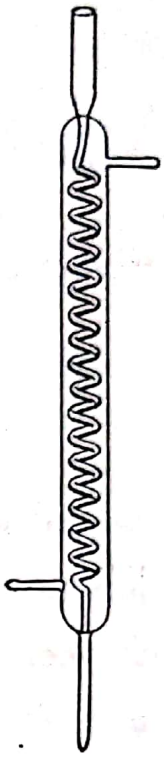


Fig. 15.24. Refrigerent cu serpentină.

- Refrigerentul cu serpentină

Tubul interior al refrigerentului (fig. 15.24) este răsucit în formă de spirală, oferind o suprafaţă mare de răcire.

- Refrigerente ascendente

Aceste refrigerente se montează în poziţie verticală, avînd şlif de racordare la gîtul balonului.

Pot fi cu tub simplu, cu bule sau cu serpentină.

Întrebări recapitulative:

1. Pe ce principiu se bazează distilarea lichidelor?
2. Care sînt părţile componente ale unui distilator?
3. Ce aparate de distilat se utilizează mai frecvent în laboratoare?
4. Ce tipuri de refrigerente se utilizează la distilări?

Scanned with OKEN Scanner

16. APLICAŢII ALE OPTICII LA TEHNICA DE LABORATOR

APARATE OPTICE

S-a arătat că ochiul omului poate distinge la distanţă de 25 cm două puncte distanţate cu 0,1 mm. Unghiul sub care se văd cele două puncte este de un minut. Dacă aceste puncte sînt situate la o distanţă mai mare de ochi sau dacă sînt mai apropiate, ele nu mai pot fi văzute distinct. Pentru a le vedea distinct, este necesar ca între acestea şi ochi să se interpună un sistem convergent de lentile care măresc unghiul sub care se văd aceste puncte.

16.1 LUPA

Lupa este un instrument optic, format dintr-un sistem convergent de lentile, cu ajutorul căruia se pot observa obiecte foarte mici. Sistemul de lentile este prins într-o ramă metalică, la care se fixează şi un mîner (fig. 16.1).

Obiectul este aşezat între focar şi lentilă, iar imaginea este mărită, virtuală, dreaptă şi situată de aceeaşi parte cu obiectul.

Puterea de mărire a lupei este dată de raportul dintre unghiul vizual al imaginii şi cel al obiectului. Acest raport poartă denumirea de grosisment.

Scanned with OKEN Scanner

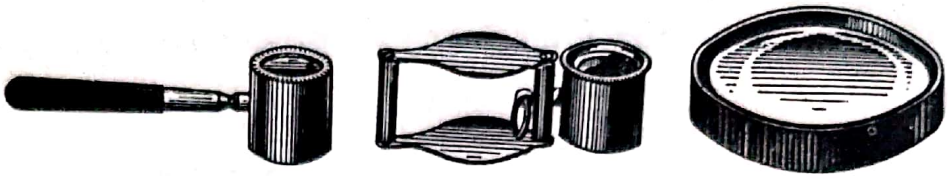


Fig.16.1. Diferite lupe simple.

$$\frac{a'}{a} = \frac{d}{f}.$$

în care:

a' este unghiul vizual al imaginii;

a - unghiul vizual al obiectului;

d - distanţa minimă a vederii distincte a ochiului (d = 25 cm);

f - distanţa focală a lupei.

Puterea de mărire mai poate fi dată de raportul dintre lungimea liniară a imaginii şi lungimea liniară a obiectului:

$$\frac{i}{o} = \frac{d}{f}$$

unde:

i este mărimea liniară a imaginii;

o - mărimea liniară a obiectului.

În laboratoare, lupa se utilizează în numeroase împrejurări. În practică, se utilizează lupe care măresc între 3 şi 30 de ori.

În laboratorul de bacteriologie, lupa se utilizează pentru a observa aspectul culturilor microbiene şi pentru izolarea coloniilor de microbi.

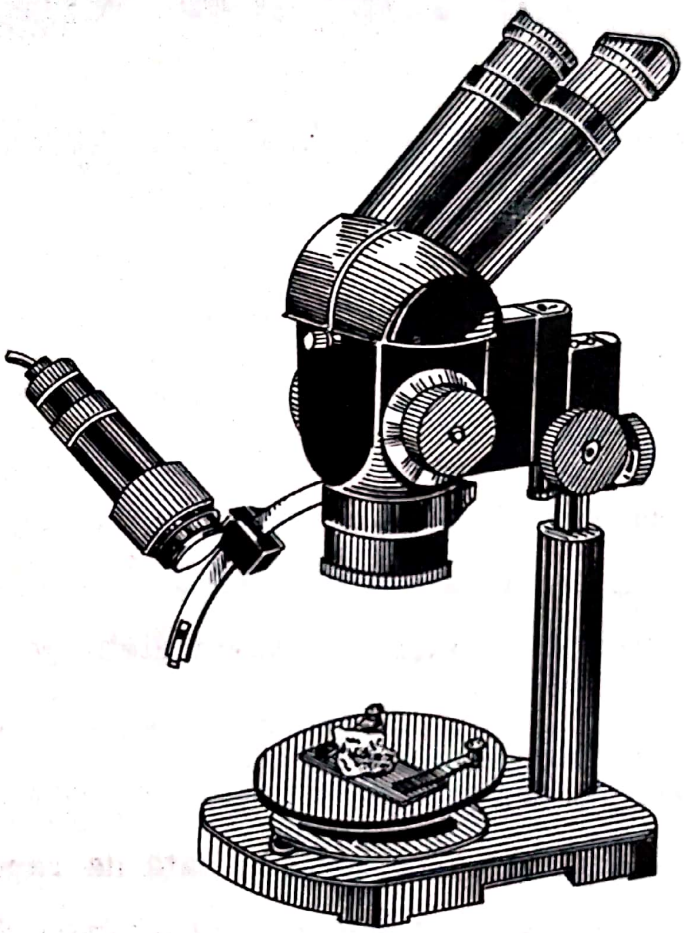


Fig.16.2. Lupa binoculară.

În acest domeniu se utilizează lupa binoculară, formată din două lentile montate într-o ramă de ochelari, cu care se examinează obiectul, fără a fi nevoie să se ţină lupa de mîner. Această lupă se utilizează şi în chirurgia fină (fig.16.2).

Scanned with OKEN Scanner

16.2. AGLUTINOSCOPUL

Aglutinoscopul este un aparat care se utilizează în laborator, pentru citirea reacţiilor serologice de aglutinare şi floculare.

Acest aparat este format dintr-un stativ pe care este montată o lupă (fig.16.3). În faţa acestei lupe se aduc eprubetele de examinat care se introduc în două tuburi, situate în planul orizontal. Tuburile acestea sînt uşor înclinate, ca să nu se scurgă conţinutul eprubetelor. O oglindă plană, situată dedesubt, trimite un fascicul de lumină înspre eprubetele examinate. Privind prin lupă, se poate vedea imaginea mărită a particulelor din lichidul examinat.

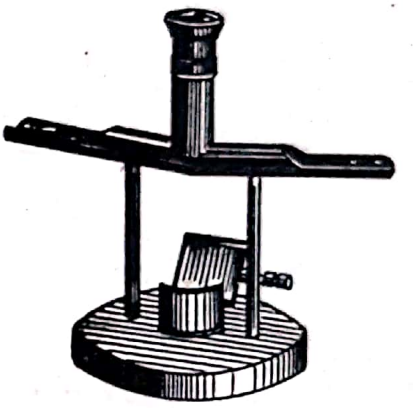


Fig.16.3. Aglutinoscopul.

16.3. MICROSCOPUL

Microscopul este aparatul optic care permite să se observe fiinţe sau obiecte ce nu pot fi văzute cu ochiul liber.

Microscopul a fost inventat de Antony Van Leuwenhoeck, în 1683. Acest microscop era format dintr-o singură lentilă sferică, cu distanţă focală foarte mică. Timp de trei secole a fost perfecţionat mereu. In prezent, se utilizează trei feluri de microscoape:

Microscopul optic - care utilizează radiaţii luminoase pentru formarea imaginilor.

Scanned with OKEN Scanner

Microscopul electronic - la care imaginea se formează utilizîndu-se un fascicul de electroni.

Microscopul ionic - în curs de experimentare, care utilizează un fascicul de protoni pentru formarea imaginii.

16.3.1. Microscopul optic, părţile componente ale microscopului

Microscopul optic se bazează pe următorul principiu: un fascicul de lumină care străbate un obiect transparent sau care este difuzat de un corp opac, trecînd prin două sisteme de lentile convergente, formează o imagine reală, inversată şi mult mărită a obiectului observat.

Microscoapele au dimensiuni şi formă variabile, în funcţie de destinaţia aparatului. Se utilizează microscoape mari, destinate cercetărilor ştiinţifice şi microscoape mijlocii şi mici pentru efectuarea lucrărilor uzuale de laborator.

Microscoapele pot fi monooculare sau binoculare, cele binoculare oferind un grad mai mare de confort în timpul lucrului.

Microscoapele de cercetare sînt dotate cu dispozitive optice şi mecanice, necesare asigurării unui maximum de precizie, rapiditate şi confort în efectuarea lucrărilor.

Acestea sînt, în general, microscoape universale, cu ajutorul cărora se pot efectua, în condiţii bune, lucrările cele mai variate. Aşa sînt, de pildă, microscoapele de cercetare produse de I.O.R. (MC_1 şi MC_3).

Scanned with OKEN Scanner

Microscoapele de tip mijlociu răspund unor necesităţi mai restrînse, ca efectuarea analizelor de laborator, lucrări de histologie ş.a. Sînt dotate cu mai puţine dispozitive anexă, precizia lor fiind totuşi, foarte bună. Aşa este de pildă microscopul de lucru ML 4 B. I.O.R.

Microscopul de tip mic,cum este microscopul de uz didactic I.O.R. cuprinde numai părţile esenţiale, permiţînd efectuarea unor lucrări de laborator simple sau a unor demonstraţii de uz didactic (fig.16.4).

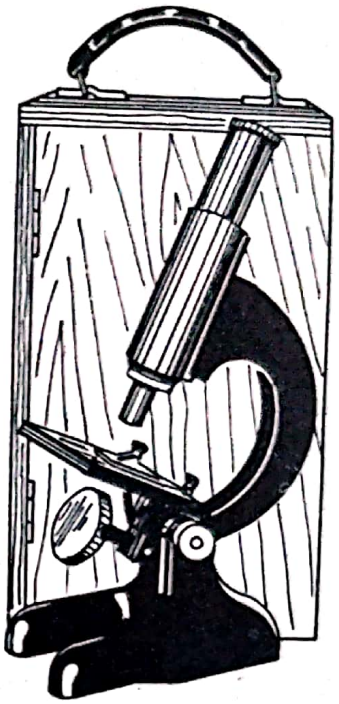


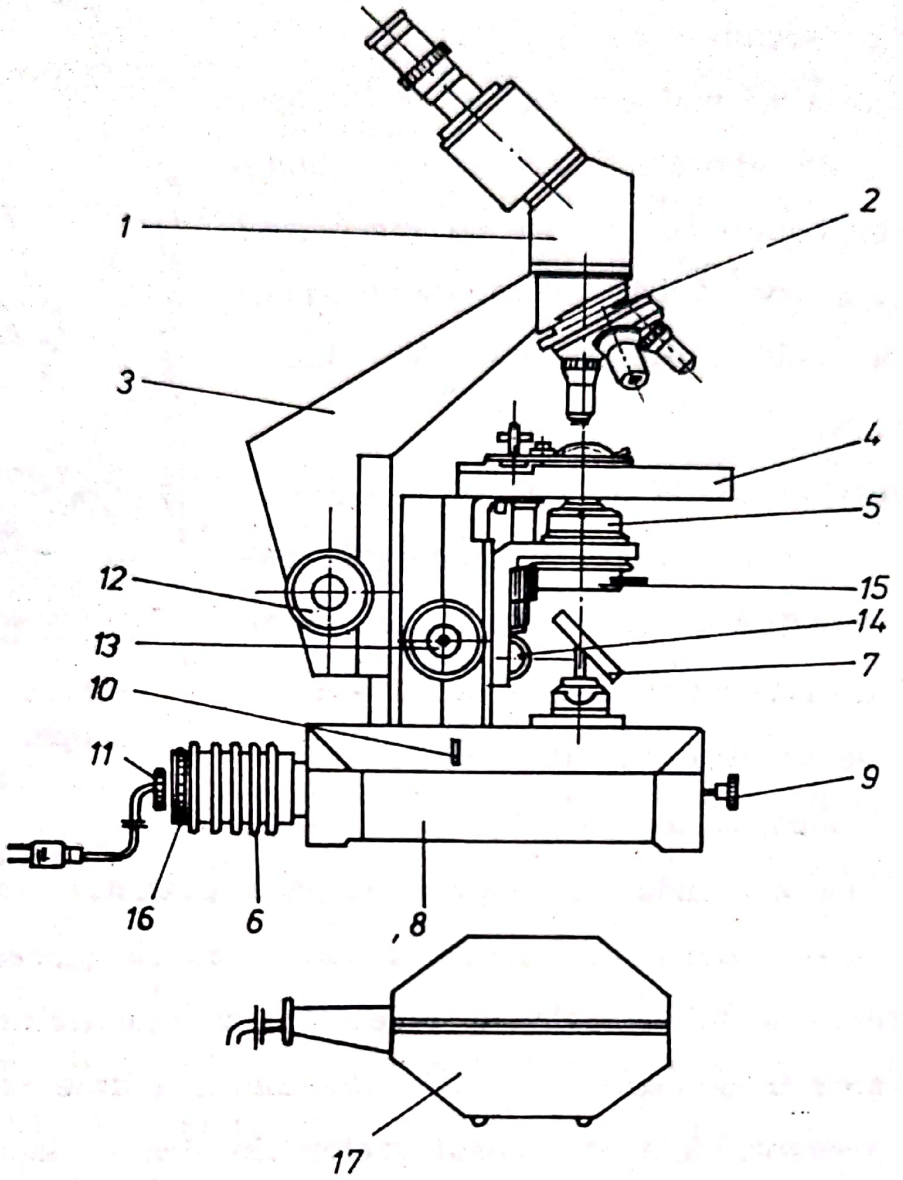
Fig.16.4. Microscopul de uz didactic.

Microscopul de laborator tip ML-4M este ultima creaţie a Industriei Optice Române (I.O.R.) intrată în producţia de serie. Acest microscop se utilizează cu succes în toate lucrările curente de microscopie şi la efectuarea diferitelor cercetări de laborator în domeniul medical, biochimie, ştiinţe naturale etc.

În prezent, dotarea laboratoarelor chimice se face cu acest tip de microscop.

Microscopul de laborator ML-4M (fig.16.5) se compune din următoarele elemente principale: dispozitivul binocular 1, dispozitivul cap revolver 2, braţ 3, masa port obiect 4, condensatorul 5, dispozitivul de iluminat 6, oglinda de iluminat 7, talpa 8, butoane reglaj oglindă 9, diafragma de cîmp 10, buton de reglaj al lămpii 11, buton dispozitiv mişcare rapidă 12, buton de dispozitiv mişcare fină 13, buton condensator 14, diafragmă de apertură 15, capacul lămpii 16, transformator de tensiune 16 V.A. 17.

Scanned with OKEN Scanner



Dimensiuni de gabarit : 190x295x450mm

Fig. 16. 5. Microscopul monoocular IOR ML-4, 7 M.

Părţile componente ale microscopului

Toate tipurile de microscoape prezintă următoarele părţi componente:

- partea mecanică;
- partea optică;
- aparatul de iluminat;
- anexe.

Scanned with OKEN Scanner

A. PARTEA MECANICĂ

Partea mecanică a microscopului este formată din:

- stativul microscopului;
- platina sau măsuţa microscopului;
- tubul microscopului;
- dispozitivele mecanice pentru mişcarea sistemului optic faţă de obiect.

1. Stativul microscopului

Stativul asigură stabilitatea microscopului, precum şi fixarea diferitelor lui părţi componente. Pentru a oferi o bună stabilitate, stativul este făcut dintr-o masă metalică grea. In acest scop, el prezintă o talpă de sprijin, în formă de potcoavă sau în forma literei V. La microscoapele moderne, această talpă este dreptunghiulară şi are dimensiuni mai mari, deoarece cuprinde şi sistemul de iluminat.

Pe talpa microscopului este fixat un braţ vertical, de care sînt fixate platina şi tubul microscopului.

La microscoapele binoculare, braţul este fixat rigid pe talpa microscopului.

La unele microscoape monooculare, braţul prezintă o articulaţie mobilă care permite înclinarea microscopului, oferind astfel un confort mai mare în lucru. Avînd în vedere faptul că odată cu tubul se înclină şi măsuţa microscopului, în această poziţie nu se pot examina decît preparate fixate şi colorate. Preparatele native,

Scanned with OKEN Scanner

preparatele extemporanee, examenele în mediu lichid, şi examenele cu imersie nu se pot efectua decît punînd preparatul în poziţie orizontală. Pentru eliminarea acestui inconvenient, s-au fabricat tuburi înclinate monooculare sau binoculare, care oferă un grad mai mare de confort, menţinînd în acelaşi timp preparatul în poziţie orizontală.

2. Platina sau măsuţa microscopului

Platina serveşte ca suport pentru preparatele ce urmează a fi examinate. Platina poate avea forma rotundă sau pătrată (fig. 16.6). În centru, prezintă un orificiu circular prin care trece

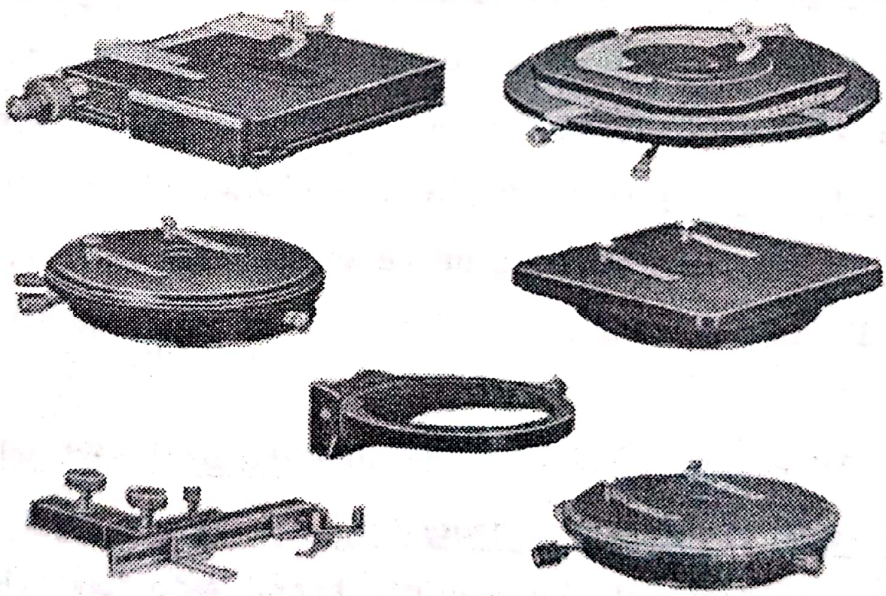


Fig. 16.6. Platina microscopului.

fasciculul luminos ce iluminează preparatul. La unele tipuri de microscoape, acest orificiu poate fi lărgit prin ridicarea unui inel metalic, aflat la centrul platinei.

Platina de formă rotundă se mai numeşte platină turnantă, deoarece se poate roti în planul orizontal. Această platină are două şuruburi laterale, cu ajutorul cărora ea poate fi mişcată în toate sensurile. Aceste mişcări au, însă, o amplitudine mică. Din acest motiv, nu se poate examina decît o suprafaţă mică a preparatului.

Preparatul se fixează pe platina microscopului cu ajutorul a două lame flexibile de metal, numite valeţi. Valeţii au la una din extremităţi un picior, care se introduce în orificiul corespunzător situat aproape de marginea posterioară a platinei.

Partea anterioară, flexibilă, a valeţilor apasă, deci, pe preparatul de examinat, fixîndu-l pe platină.

Pentru a putea examina o suprafaţă mai mare a preparatului, se poate monta pe platină un cărucior, care permite deplasarea acestuia în direcţii perpendiculare. Cu ajutorul căruciorului, preparatul poate fi deplasat înainte, înapoi, la stînga şi la dreapta. Căruciorul poate avea două verniere cu ajutorul cărora se poate determina poziţia unui punct oarecare a preparatului putînd astfel să se găsească la nevoie un detaliu care interesează.

Platina pătrată. Platina de formă pătrată poate să fie fixă sau mobilă.

Platina fixă se utilizează la microscoapele mici, de uz didactic. Preparatul se fixează pe platină cu doi valeţi. Deplasarea preparatului se face mişcînd lama cu mîna.

Platina pătrată mobilă se întîlneşte la microscoapele de tip mijlociu şi mare. Poate fi deplasată în sens anteroposterior, prin rotirea unei vize. Paralel cu marginea posterioară, platina are un şanţ în care culisează o riglă de metal. Această riglă poate fi deplasată la stînga şi la dreapta prin intermediul altei vize. Pe această riglă

Scanned with OKEN Scanner

alunecă două barete metalice, între care se fixează preparatul. Aceasta poate fi, deci, deplasat înainte şi înapoi, odată cu platina, şi la stînga şi la dreapta, odată cu rigla. Cele două vize care comandă aceste mişcări pot fi montate coaxial, oferind astfel un confort mărit în timpul lucrului. Acest tip de platină se găseşte şi la microscoapele I.O.R. tipul ML3B şi ML4B, precum şi la toate tipurile de microscoape de cercetare, fabricate de I.O.R.

Modul de fixare al platinei pe stativul microscopului diferă de la un tip la altul. La microscoapele mici şi mijlocii, utilizate în lucrările curente, platina este fixată rigid, pe stativ. În acest caz, pentru punerea la punct a preparatului se deplasează în sus sau în jos tubul microscopului.

La microscoapele mari, destinate lucrărilor de cercetare, tubul este fixat, iar punerea la punct a preparatelor se face ridicînd sau coborînd platina microscopului. În acest caz, între stativul microscopului şi platină se interpun dispozitivele de mişcare rapidă şi mişcare fină.

3. TUBUL OPTIC

Tubul optic este format dintr-un cilindru de metal, înnegrit pe faţa interioară. La extremităţile tubului optic se montează lentilele care alcătuiesc sistemul optic al microscopului.

Tubul optic poate avea o lungime fixă de 160 mm, la microscoapele I.O.R. şi Karl Zeiss de 170 mm, la microscoapele Leitz.

Scanned with OKEN Scanner

Tubul optic poate avea şi lungime variabilă. In acest caz, el este format din doi cilindri concentrici, care glisează unul într-altul, putînd astfel modifica lungimea tubului.

Interiorul tubului optic este vopsit negru mat, pentru înlăturarea reflexelor de lumină.

Tubul optic poate fi drept, perpendicular pe platina microscopului. Tubul drept se întîlneşte la microscoapele monooculare de tip mai vechi. Tubul drept se utilizează în microfotografie.

La microscoapele mono- şi binoculare moderne se utilizează tubul optic înclinat.

4. Mecanismul de punere la punct

Punerea la punct a microscopului se face - după cum s-a mai arătat - prin apropierea sau depărtarea sistemului optic faţă de preparat.

La microscoapele mici şi mijlocii, platina fiind fixată rigid de stativ, punerea la punct se face mişcînd tubul microscopului. La aceste microscoape, poziţia de lucru este cu stativul înspre observator. La microscoapele mari, tubul este fixat rigid de stativ, iar deplasarea preparatului faţă de sistemul optic se realizează ri-

Scanned with OKEN Scanner

dicînd sau coborînd platina microscopului. La aceste microscoape, poziţia de lucru este cu tubul orientat înspre observator.

Deplasarea verticală a tubului sau a platinei se efectuează prin intermediul a două mecanisme:

- mecanismul de mişcare rapidă sau viza macrometrică;
- mecanismul de mişcare fină sau viza micrometrică.

a. Mişcarea rapidă

Legătura dintre tubul, respectiv platina microscopului şi stativ, se face printr-o cremalieră, care se angrenează cu un pinion, acţionat manual prin cele două vize situate de o parte şi de alta a stativului. Prin rotirea acestor vize, se imprimă tubului, respectiv platinei, o mişcare rapidă. Rotind viza în sensul mişcării acelor ceasornicului, sistemul optic se apropie de preparat. Prin rotirea vizelor în sens invers mişcării acelor ceasornicului, sistemul optic se îndepărtează de preparat.

Cursa mişcării rapide variază de la microscop la microscop, putînd fi între 20 şi 45 mm. Această distanţă se parcurge rotind viza macrometrică o dată sau de două ori.

b. Mişcarea fină

Pentru punerea imaginii la punct sau pentru a observa diferitele planuri ale imaginii, microscoapele posedă dispozitive de mişcare fină, cunoscute sub denumirea de viză micrometrică. Acest dispozitiv este compus dintr-un sistem mecanic, acţionat tot prin două vize, situate de o parte şi de alta a stativului.

Scanned with OKEN Scanner

La unele microscoape, viza macrometrică şi cea micrometrică sînt instalate coaxial.

Tamburul vizei micrometrice este împărţit în 100 părţi, fiecare diviziune reprezentînd 1-2 μm. Cursa totală a mişcării fine este de 1,8-2 mm, distanţă care se parcurge rotind viza micrometrică de 18-20 de ori.

Sensibilitatea vizei micrometrice este dată de distanţa parcursă de tub cînd se roteşte viza micrometrică cu o diviziune. Pasul mort al vizei micrometrice este dat de numărul de diviziuni cu care trebuie rotit tamburul pentru a se modifica claritatea imaginii preparatului.

La microscopul de cercetare I.O.R. pasul mort este de cel mult 0,0015 mm pentru o cursă de 0,01 mm. Viza macrometrică are un pas mort de 0,2 mm.

B. PARTEA OPTICĂ

Partea optică a microscopului cuprinde următoarele dispozitive: obiectivul, ocularul şi aparatul de iluminat.

Ocularele sînt lentile convergente, prin care se priveşte cu ochiul în microscop.

Obiectivele sînt lentile convergente, situate în faţa obiectivului de cercetat.

Ocularele şi obiectivele sînt montate la extremităţile tubului optic al microscopului.

Scanned with OKEN Scanner

1. Obiectivul

Obiectivul (fig. 16.7) microscopului se găseşte la partea inferioară a tubului optic, în apropierea obiectivului de examinat.

Obiectivul este format din una sau mai multe lentile convergente care ne dau o imagine reală, răsturnată şi mărită a obiectului. Aceste lentile sînt montate într-un tub metalic. Fiecare microscop este echipat cu mai multe obiective, care au putere de mărire diferită. Obiectivele sînt înşurubate într-un dispozitiv numit revolver.

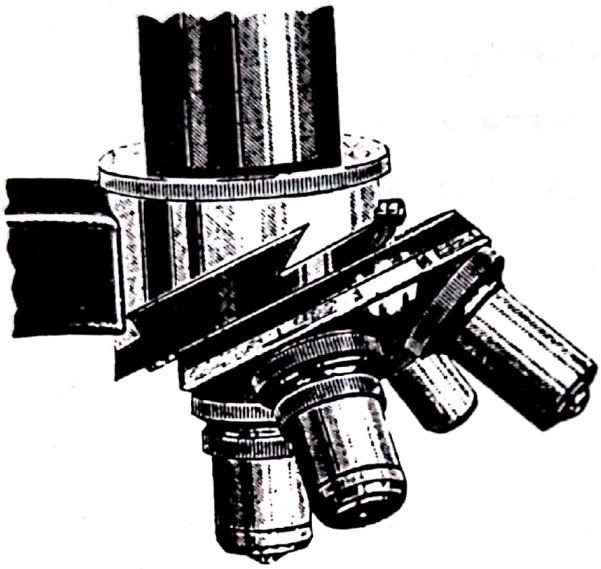


Fig. 16.7. Obiectivele microscopului.

Revolverul cu obiectivele este montat la partea inferioară a tubului optic. Prin rotirea revolverului se aduce în axa optică a microscopului obiectivul dorit.

Proprietăţile lentilelor care alcătuiesc sistemul optic al microscopului sînt următoarele:

a. Unghiul de deschidere

Prin unghiul de deschidere al obiectivului se înţelege unghiul sub care se vede diametrul obiectivului, dintr-un punct dat. Acest unghi este format de conul luminos de raze ce pornesc de la obiect şi intră în obiectiv. Puterea de rezoluţie a obiectivului şi claritatea imaginii sînt cu atît mai bune cu cît conul luminos este mai mare, deci, cu cît unghiul de deschidere este mai mare.

Scanned with OKEN Scanner

Unghiul de deschidere este cu atît mai mare cu cît obiectul este mai apropiat de obiectiv, deci cu cît distanţa focală a obiectivului este mai mică.

Razele marginale care formează conul luminos produc aberaţii.

Pentru a se evita producerea aberaţiilor, trebuie să se elimine razele marginale. Pentru aceasta, obiectivul este prevăzut cu o diafragmă fixă, situată între lentila distală şi focarul posterior al obiectivului.

Diafragma limitează deci unghiul de deschidere al obiectivului.

Un alt factor care modifică unghiul de deschidere este indicele de refracţie al mediului interpus între obiect şi obiectiv.

O parte din razele care formează conul luminos emis de obiectul de examinat, trecînd dintr-un mediu mai dens (care este lama de sticlă pe care se găseşte preparatul) într-un mediu mai puţin dens (stratul de aer interpus între obiect şi obiectiv), sînt refractate, îndepărtîndu-se de normală. Deci, o parte din razele ce formează conul luminos, fiind deviate prin refracţie, nu intră în obiectiv. Conul luminos care ajunge în obiectiv corespunde unui unghi de deschidere mai mic. Dacă se interpune între obiectiv şi preparat un mediu cu indice de refracţie mai apropiat de cel al sticlei, cum ar fi apa sau uleiul de cedru, refracţia conului luminos este mai mică, deci, cantitatea de raze pierdute prin refracţie este mai mică. Cu cît mediul interpus între obiectiv şi obiect are un indice de refracţie mai apropiat de cel al sticlei, cu atît conul luminos care pătrunde în obiectiv este mai apropiat de valoarea unghiului de deschidere.

Scanned with OKEN Scanner

b. Apertura numerică

Unghiul de deschidere sau unghiul de apertură este o mărime care variază cu distanţa la care este situat obiectul, cu diafragma obiectivului şi cu indicele de refracţie al mediului interpus între preparat şi obiectiv. Din acest motiv s-a căutat ca, pentru definirea obiectivului, să se introducă o mărime care să depindă de un număr mai mic de parametri. Abbé a introdus noţiunea de apertură numerică (A.N.).

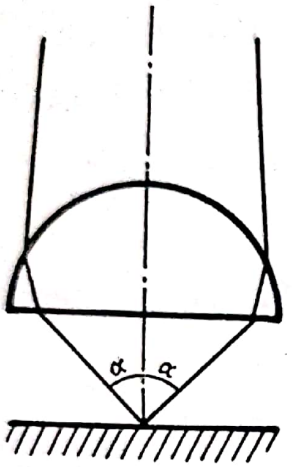


Fig. 16. 8. Apertura numerică.

Apertura numerică este mărimea produsului dintre sinusul unghiului format de raza cea mai oblică care pătrunde în obiectiv cu axa optică a microscopului şi indicele de refracţie al mediului interpus între preparat şi obiectiv (fig. 16. 8).

$$A = n \sin \alpha \qquad (1)$$

unde:

A este apertura numerică;

n - indicele de refracţie al mediului;

α - unghiul format de raza cea mai oblică şi axa optică a microscopului;

2α - unghiul de apertură

Valoarea unghiului α putînd fi de cel mult 90^{o}, sinusul acestui unghi va fi egal cu unu.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă între obiectiv şi preparat se interpune un strat de aer, indicele de refracţie n va fi egal cu unu.

Înlocuind în formula (1), se obţine:

$$A = 1 \times 1 = 1.$$

Aceste obiective se numesc obiective uscate.

Apertura numerică a obiectivelor uscate va avea cel mult valoarea unu. În practică, nu s-a reuşit a se fabrica obiective uscate cu valoarea mai mare de 0,95.

În cazul în care, între obiectiv şi preparat se interpune un lichid, obiectivele se numesc cu imersie.

Dacă lichidul de imersie este apa, indicele de refracţie al apei fiind n=1,33, apertura numerică a obiectivului va fi în cel mai bun caz:

$$A = 1,33 \times 1 = 1,33$$

Practic, s-au construit obiective de imersie cu apă, cu apertura numerică maximă = 1,20.

În cazul imersiei în ulei de cedru, n = 1,5, iar apertura numerică maximă va fi:

$$A = 1,5 \times 1 = 1,5.$$

Practic s-a putut fabrica pînă în prezent obiective cu imersie în ulei de cedru cu apertura numerică egală cu 1,4.

Scanned with OKEN Scanner

c. Aberaţiile lentilelor

Imaginile obiectelor examinate nu sînt întotdeauna clare, deoarece razele de lumină nu sînt refractate de obiectiv în mod egal.

Aberaţia de sfericitate sau aberaţia sferică. Razele paralele de la marginea obiectivului sînt refractate mai puternic decît cele care sînt mai apropiate de axa principală a lentilei. O asemenea

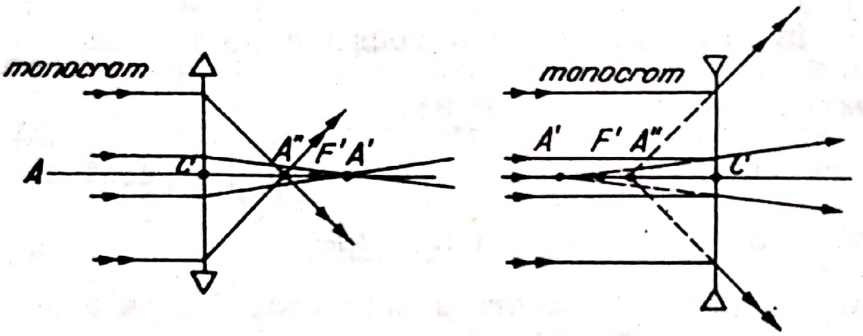


Fig.16.9. Aberaţia de sfericitate.

lentilă nu refractă toate razele într-un singur focar. Razele periferice au focarul mai apropiat de lentilă A'', iar cele centrale sînt refractate într-un focar A' mai îndepărtat de lentilă (fig.16.9).

Imaginea unui punct luminos este formată dintr-o serie de puncte, dispuse în spaţiu în formă de sferă. Imaginea obiectului nu are un contur clar.

Această aberaţie este cu atît mai mică cu cît indicele de refracţie al sticlei din care este făcută lentila este mai mare. Pentru corecţia acestei aberaţii, se asociază lentile convexe puternice, făcute din sticlă cu un indice de refracţie mare, cu lentile concave slabe, făcute din sticlă cu un indice de refracţie mai mic. În felul

acesta, aberaţiile date de cele două lentile se vor compensa, iar sistemul va rămîne convergent.

Un alt mijloc de a corecta aberaţia de sfericitate se realizează prin reţinerea razelor marginale printr-o diafragmă. Se obţine astfel o imagine mai puţin luminoasă, dar mai clară.

Obiectivele care au corecţia abaterii de sfericitate se numesc obiective aplanetice.

Aberaţia cromatică. Această aberaţie (fig. 16.10) rezultă din refracţia inegală a luminii. Astfel, razele violete ale spectrului sînt mai puternic refractate decît cele roşii. Focarul radiaţiilor violete este mai apropiat decît cel al radiaţiilor roşii, care este mai îndepărtat. Între aceste două focare se răsfrîng celelalte radiaţii ale spectrului.

În consecinţă, imaginea dată de un astfel de obiectiv nu este distinctă şi este înconjurată de franjuri colorate.

Această defecţiune se remediază asociind o lentilă convexă din crown cu o lentilă concavă din flint. Sticla de crown conţine silicaţi de potasiu şi de calciu, iar cea de flint, silicaţi de potasiu şi plumb. Sticla de crown este mai puţin refringentă, deci este mai puţin dispersantă decît cea de flint.

Prin asocierea acestui sistem de lentile se obţin obiective la care aberaţia cromatică este corectată în mare măsură. După co-

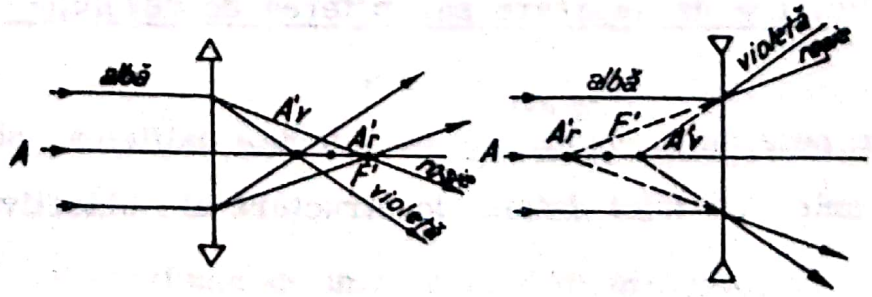


Fig. 16.10. Aberaţia cromatică.

recţie, se realizează un focar comun pentru două culori, celelalte reunindu-se totuşi în puncte diferite, dar apropiate. Imaginea va avea încă un aspect secundar dar mai puţin supărător. Aceste obiective se numesc acromate. Toate obiectivele uzuale, utilizate la microscoape, sînt acromate.

Dacă pentru corectarea aberaţiei cromatice se suprapun trei lentile, două din flint şi una din crown, se realizează un focar comun pentru trei radiaţii: roşu, verde şi violet. La aceste lentile, aberaţia cromatică este aproape complet eliminată şi obiectivele se numesc apocromate.

Pentru corecţia totală a acestei aberaţii se utilizează împreună cu obiectivele apocromate, oculare speciale, numite oculare compensatoare. Ocularele compensatoare au corecţia aberaţiei cromatice astfel făcută întîi compensează aberaţia cromatică a obiectivului.

Obiectivele de calitate trebuie să aibă aperatura numerică cît mai mare şi să fie cît mai bine corectate pentru aberaţia de sfericitate şi aberaţia cromatică.

2. Calităţile obiectivelor

a. Puterea de separare sau puterea de rezoluţie

Prin puterea de rezoluţie se înţelege calitatea obiectivului de a deosebi cele mai mici detalii de structură ale obiectivului examinat.

Scanned with OKEN Scanner

Ochiul uman poate distinge de la distanţa vederii normale de 25 cm două puncte situate la o distanţă de peste 0,1 mm unul faţă de celălalt. Unghiul format de razele de lumină ce pleacă de la aceste puncte şi se întîlnesc pe retină este de un minut. Dacă acest unghi este mai mic decît un minut, cele două puncte se confundă, deoarece razele de lumină ce vin de la aceste două puncte sînt foarte apropiate şi impresionează un singur receptor de pe retină, formîndu-se astfel o singură imagine. Unghiul vizual este direct proporţional cu mărimea obiectului şi invers proporţional cu distanţa la care se află obiectul faţă de ochi. Toate obiectele pe care le vedem sub acelaşi unghi vizual dau aceeaşi imagine, indiferent de mărimea obiectului.

Pentru a observa obiectele aflate sub un unghi vizual mic, este necesar să se mărească unghiul vizual. Aceasta se poate face apropiind obiectul de ochi, metodă care are o limită maximă (limita puterii de separare a ochiului) sau se poate mări prin intermediul lentilelor.

Fiecare lentilă are o putere de separare dată de proprietatea lentilei de a forma imaginile distincte a două puncte situate la distanţa D. Această distanţă este direct proporţională cu lungimea de undă a razelor de lumină folosite şi invers proporţională cu apertura numerică a obiectivului:

$$D = \frac{\lambda}{n . \sin \alpha},$$

unde:

λ = lungimea de undă a luminii utilizate;

$\sin \alpha$ = apertura numerică.

Scanned with OKEN Scanner

Puterea de rezoluţie a unei lentile este cu atît mai bună cu cît lungimea de undă a luminii utilizate este mai mică şi cu cît apertura numerică a obiectivului este mai mare.

Acelaşi obiectiv are o anumită putere de separare dacă se utilizează în lumina albă şi altă putere de separare, mai mare, în lumină ultravioletă, după cum se poate observa din tabela 10.

Tabela 10

Puterea de separare a obiectivului

Puterea de mărire a obiectivului	Apertura numerică	Puterea de rezoluţie în vizibil (λ = 650 nm)	Puterea de rezoluţie în ultraviolet (λ = 320 nm)
10 X	0,30	1,83 microni	1,06 microni
20 X	0,40	1,37 microni	0,80 microni
40 X	0,65	0,85 microni	0,49 microni
90 X	1,25	0,44 microni	0,25 microni

b. Puterea de definiţie

Prin puterea de definiţie se înţelege calitatea obiectivului de a reda imagini cu contururi cît mai precise. Această calitate, depinde de corectarea aberaţiei şi de sfericitate.

c. Puterea de penetraţie sau de profunzime

Calitatea obiectivelor de a reda clar cît mai multe planuri ale obiectivului se numeşte putere de penetraţie. Această ca-

Scanned with OKEN Scanner

litate nu o au decît obiectivele slabe. Cu cît un obiectiv este mai puternic, cu atît puterea de penetraţie este mai mică.

Această defecţiune a obiectivelor puternice se înlătură mărînd sensibilitatea vizei micrometrice şi obţinînd astfel posibilitatea de a observa preparatul plan cu plan.

Lipsa de profunzime a obiectivelor de calitate prezintă un inconvenient în microfotografie, deoarece nu se poate fotografia decît un singur plan al obiectului.

d. Luminozitatea

Prin luminozitatea obiectivului se înţelege raportul dintre intensitatea luminoasă a obiectivului şi cea a imaginii. Luminozitatea obiectivului este cu atît mai bună cu cît apertura numerică este mai mare.

3, Clasificarea obiectivelor

Obiectivele se clasifică după felul corecţiei şi după natura mediului interpus între obiectiv şi preparat.

- După corecţie - se deosebesc acromate, apocromate, planacromate şi obiective monocromatice. S-a arătat ce sînt obiectivele acromate şi apocromate.

Obiectivele planacromate se utilizează la microfotografie. Ele sînt corectate astfel ca întreg cîmpul să aibă aceeaşi luminozitate, atît la centru cît şi la periferie.

Scanned with OKEN Scanner

Obiectivele monocromatice sînt obiective destinate exclusiv fotografierii în lumină ultravioletă. Ele se numesc monocromatice, deoarece sînt corectate numai pentru lungimea de undă de 275 nm. Aceste obiective, deşi au apertura numerică 1,25, au o putere de rezoluţie de două ori mai bună decît obiectivele obişnuite.

- După mediul interpus între obiectiv şi preparat. În cele arătate, s-a văzut, că, după mediul interpus între obiectiv şi obiect, sînt obiective uscate şi obiective cu imersie.

a. Obiective uscate

La aceste obiective, între obiectiv şi obiect se interpune un strat de aer. Avînd în vedere faptul că indicele de refracţie al aerului (n=1) este mai mic decît al sticlei (n=1,5), din cauza refracţiei, o parte din razele conului luminos ce vin de la obiect nu intră în obiectiv. Datorită acestui fapt, obiectivele uscate au o luminozitate mai mică decît cele cu imersie. Acest defect se corectează mărindu-se apertura numerică, care - la aceste obiective - este cuprinsă între 0,65 şi 0,85. S-a arătat că cele mai bune obiective uscate au apertura numerică 0,95 şi că, în mod teoretic, cea mai bună apertură este 1. Obiectivele uscate sînt prevăzute cu o corecţie pentru corijarea refracţiei produse de grosimea lamelei preparatului. Această corecţie este indicată pe montura obiectivului şi, de obicei, este făcută pentru lamele cu grosimea de 0,17 mm. Dacă se utilizează lamele cu alte grosimi, este necesar să se utilizeze obiective speciale cu inel de corecţie pentru grosimea lamelei.

Scanned with OKEN Scanner

Inelul de corecţie modifică distanţa dintre lentilele obiectivului. Pe montura obiectivului este gravată o scară care corespunde diferitelor grosimi ale lamelei, iar pe inelul de corecţie este gravat un reper situat în dreptul diviziunii care indică grosimea lamelei.

În cazul în care nu se dispune de obiective cu inel de corecţie pentru grosimea lamelei, această corecţie se poate face prin alungirea sau scurtarea tubului optic.

Dacă lamela este mai groasă, tubul se scurtează, iar dacă este mai subţire, tubul se alungeşte.

Grosimea lamelei se determină prin intermediul unui micrometru. Se măsoară grosimea unui pachet de 50 de lamele şi grosimea pachetului se împarte la numărul lamelelor.

b. Obiective cu imersie

S-a arătat că la aceste obiecte se interpun între obiectiv şi preparat un lichid, al cărui indice de refracţie este apropiat de cel al sticlei. Pierderile de lumină, datorate refracţiei, sînt minime.

De obicei, ca lichid de imersie se utilizează uleiul de cedru, care are un indice de refracţie n=1,51-1,52. Obiectivul de imersie cu ulei de cedru are apertura numerică A=1,25-1,45.

Se mai pot utiliza ca lichide de imersie şi alte lichide:

- apa distilată n = 1,33;
- anisolul n = 1,52;
- uleiul de parafină n = 1,47;
- uleiul de ricin n = 1,48.

Scanned with OKEN Scanner

din două lentile şi o diafragmă fixă, montată într-un tub metalic care se introduce în tubul optic (fig.16.11/a,b).

a. Ocularul Huygens

Este format din două sisteme de lentile plan convexe a căror convexitate este îndreptată înspre obiectiv. Lentila superioară, proximală, se numeşte lentilă oculară, iar cea inferioară, lentilă colectoare. Distanţa dintre aceste lentile este egală cu semisuma distanţelor lor focale, lentila colectoare avînd focarele de două ori mai mari decît lentila oculară.

Imaginea se va forma între cele două lentile, în planul focal al lentilei proximale. La acest nivel se găseşte o diafragmă fixă care limitează cîmpul imaginii. Acest ocular nu se poate utiliza ca lupă şi se numeşte ocular negativ. Este cel mai utilizat ocular în laboratoare.

b. Ocularul Ramsden

Este format tot din două sisteme de lentile plan convexe. Curbura acestor lentile este îndreptată înăuntru monturii. Diafragma se află înaintea lentilei distale. Imaginea se formează în faţa lentilei distale, la nivelul diafragmei.

Acest ocular se poate utiliza ca lupă şi se numeşte ocular pozitiv. Se utilizează din ce în ce mai rar în microscopie.

Scanned with OKEN Scanner

c. Ocularul compensator

Se utilizează numai împreună cu obiectivele apocromatice. Aceste oculare sînt construite special cu aberaţie cromatică, astfel ca imaginea dată de razele roşii este mai mare decît cea dată de razele albastre. La obiectivul apocromat, situaţia fiind inversată, aceste aberaţii se vor compensa.

d. Oculare speciale

În afara ocularelor uzuale descrise, în microscopie se utilizează şi oculare speciale:

Ocularele proiective - utilizate la microfotografie sînt astfel construite ca să redea un cîmp cît mai plan al imaginii.

Ocularele pentru microproiecţii sînt utilizate pentru proiectarea imaginilor pe un ecran.

Ocularele de desenat vor fi descrise în cele ce urmează.

Ocularele micrometrice sînt utilizate la efectuarea de măsurători şi au în planul diafragmei o reţea micrometrică.

Microscopul ocular, compus din două sisteme de lentile cu distanţa reglabilă, este utilizată pentru centrarea dispozitivului de contrast de fază.

6. Notarea ocularelor

Pe montura superioară a ocularului se găsesc cifre şi litere care au următoarea semnificaţie:

Scanned with OKEN Scanner

- cifra urmată de semnul X (exemplu 5 x, 7 x, 10 x, 15 x) arată puterea de mărire a ocularului;

- unele oculare mai au încă o cifră încercuită, indicînd mărimea cîmpului imaginii;

- ocularele mai pot avea şi o serie de litere, avînd următoarea semnificaţie:

A = acromat;
P = planacromat;
Pr = proiectiv;
K = ocular compensator.

C. APARATUL DE ILUMINAT

Aparatul de iluminat serveşte la iluminarea obiectului. Oricît de bun ar fi un microscop, calităţile lui nu pot fi puse în valoare decît dacă obiectul este bine iluminat. Dacă obiectul de examinat este transparent, aparatul de iluminat va fi situat sub platina microscopului. Această modalitate de examinare - prin transparenţă - se utilizează în microscopia uzuală.

Dacă obiectul este opac, atunci suprafaţa lui se poate ilumina prin lumină reflectată prin obiectiv, iar aparatul de iluminat este situat deasupra platinei. Aparatul de iluminat se compune din:

- sursă de lumină;
- oglinda microscopului;
- condensatorul.

1. Sursa de lumină

La iluminarea microscopului se utilizează lumina naturală sau lumina artificială.

Lumina naturală

În microscopia modernă, lumina naturală se utilizează tot mai puţin deoarece variază mult ca intensitate.

Pentru o bună iluminare, microscopul va fi aşezat în faţa unei ferestre expuse spre nord. În nici un caz nu se va utiliza lumina solară directă. Rezultatele mai bune se obţin dacă cerul este acoperit cu nori albi, decît dacă cerul este senin. În cazul folosirii luminii naturale, se va utiliza oglinda plană.

Lumina artificială

Lumina artificială prezintă următoarele avantaje:

- poate fi utilizată atît ziua cît şi noaptea;
- are un flux luminos cu o intensitate constantă.

Ca sursă de lumină artificială se utilizează lămpile electrice. În condiţii speciale se pot utiliza lămpi cu petrol sau cu gaze. În lucrările speciale de microscopie se utilizează lămpile cu arc voltaic şi lămpile de ultraviolete. Dintre lămpile electrice, cel mai mult se utilizează lampa simplă şi lampa cu colector şi diafragmă.

Lampa simplă. Acest tip de lampă este format dintr-un corp de iluminat în care este fixat un bec electric, alimentat direct de la reţea. Corpul de iluminat are la partea anterioară o ferestruică cu geam mat, prin care trece fasciculul luminos.

Corpul lămpii este prevăzut cu mai multe orificii pentru circulaţia aerului încălzit. Lampa poate fi aşezată pe un stativ, care permite ridicarea ei în sus şi în jos. În lipsa unei lămpi speciale se poate utiliza orice lampă de masă cu bec mat. Se poate utiliza şi un bec clar. În acest caz, se va intercala în calea fasciculului luminos un filtru mat, care se aşază în suportul de filtru al condensatorului. În lipsa filtrului mat, în faţa lămpii se va pune o coală de hîrtie albă sau 1-2 straturi de tifon.

Un rezultat bun se obţine dacă, între lampă şi oglindă, se interpune un balon cu apă, sau cu soluţie de sulfat de cupru 1% în care se adaugă cîteva picături de amoniac.

Balonul umplut cu această soluţie îndeplineşte un rol de lentilă convergentă, concentrînd lumina pe oglinda microscopului.

Soluţia de sulfat de cupru absoarbe lumina roşie a becului, obţinînd astfel o lumină asemănătoare cu cea naturală.

<u>Lampa cu colector şi diafragmă.</u> Lampa cu colector (fig.16.12) prezintă cele mai bune performanţe. Aceasta are următoarele părţi componente:

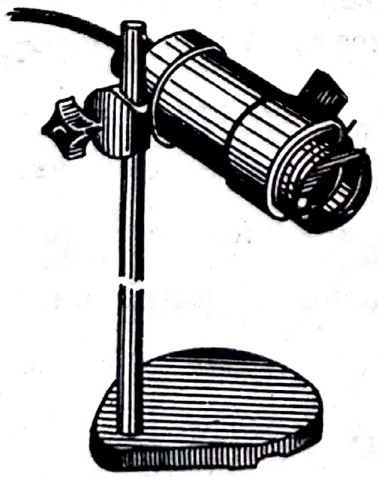


Fig.16.12. Lampă de microscop.

- corpul lămpii cu locaşul de fixare al becului;
- un sistem de lentile convergente;
- diafragma de cîmp;
- transformator coborîtor de tensiune;
- şina de fixare a lămpii.

Corpul lămpii este asemănător cu cel descris la tipul anterior.

Becul electric folosit este un bec cu filament punctiform, pentru curentul de joasă tensiune de 6-12 volţi şi o putere de 15-30 waţi.

Colectorul lămpii este format din 2-3 lentile convergente, calculate astfel ca la o anumită distanţă a lămpii, lungimea filamentului să se formeze în planul focal inferior al condensatorului. Diafragma de cîmp este situată în faţa colectorului şi are rolul de a limita cîmpul fasciculului de lumină.

În faţa diafragmei, lampa are un suport pentru filtrare de lumină.

Iluminarea prin talpa microscopului. Microscoapele moderne au sursa de lumină instalată în talpa microscopului. În acest caz se utilizează fie o lampă simplă, fără colector, instalată în axa microscopului, fie o lampă cu colector.

Talpa microscopului are un locaş în care se fixează becul electric. În faţa acestuia este situat un colector cu diafragma de cîmp. În axa microscopului se află o oglindă plană sau o prismă cu reflexie totală care reflectă fasciculul de lumină, trimiţîndu-l spre condensator. La orificiul de lumină al fasciculului luminos se găseşte un suport pentru filtru,

Arcul voltaic se utilizează în microscopie, în următoarele situaţii:

- ca sursă de lumină puternică la microscopul cu cîmp întunecat;

- ca sursă de lumină puternică la microproiecţie;

- ca sursă de raze ultraviolete, la microscopul cu lumină ultravioletă şi lumină fluorescentă.

Scanned with OKEN Scanner

În faţa lămpii de ultraviolete se instalează un filtru pentru absorbirea radiaţiilor calorice.

Lampa cu vapori de mercur sub presiune HBO 50, HBO 100 sau HBO 200 se utilizează în microscopie în următoarele cazuri:

- ca sursă de lumină la microscopul cu lumină ultravioletă şi cu lumină fluorescentă;

- ca sursă de lumină puternică în microfotografie.

Această lampă are colector, filtru termic şi diafragmă de cîmp.

2. Oglinda microscopului

Oglinda face parte din aparatul de iluminat şi serveşte la reflectarea luminii înspre preparatul de examinat.

Oglinda are două feţe: o faţă plană şi o faţă concavă. Este fixată de stativ printr-un sistem de articulaţii mobile, care permit rotirea şi deplasarea laterală a ei. Oglinda plană se utilizează în toate cazurile în care se utilizează condensatorul. Oglinda concavă se utilizează în cazul în care se examinează fără condensator, precum şi în cazul în care examenul se face cu condensator, dar sursa de lumină este slabă.

La microscoapele cu iluminare în talpă se utilizează numai oglinda plană, situată în axa optică. Centrarea luminii se face prin intermediul a două şuruburi care modifică poziţia oglinzii.

Unele microscoape au, în locul oglinzii, o prismă cu reflexie totală, care îndeplineşte acelaşi rol.

Scanned with OKEN Scanner

3. Condensatorul

Pentru lărgirea conului luminos care luminează obiectul, se utilizează un aparat compus din 1-3 lentile convergente, numit condensator.

Cel mai utilizat este condensatorul Abbé. Acesta este format din 2-3 lentile fixate într-o montură cilindrică cu diametrul de 36,8 mm (fig. 16.13).

Condensatorul se introduce într-un suport, situat sub platina microscopului. Suportul condensatorului poate fi ridicat şi coborît, prin intermediul unui pinion şi al unei cremaliere.

La unele tipuri de microscoape, condensatorul poate fi scos din axa optică, prin deplasare laterală, pentru a putea permite examinarea fără condensator.

Condensatorul este prevăzut cu o diafragmă iris, situată în planul focal inferior. Această diafragmă se numeşte diafragmă de apertură. Rolul ei este de a regla conul luminos astfel ca acesta să fie egal cu apertura obiectivului utilizat.

Dacă deschiderea este mai mare decît apertura obiectivului, obiectul va fi prea puternic iluminat şi, datorită luminii puternice, o parte din detalii nu se pot observa. În acest caz, se micşorează deschiderea diafragmei, pînă cînd apertura ei devine egală cu cea a obiectivului.

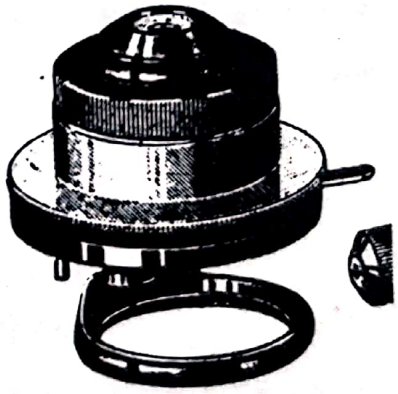


Fig. 16.13. Condensatorul Abbé.

Condensatoarele uzuale compuse din două lentile au apertura numerică 1,2. Cu aceste condensatoare se pot face

examene cu obiectiv cu imersie. Condensatorul se ridică pînă la nivelul platinei, iar diafragma se deschide la maximum. Dacă se examinează cu obiective slabe, care au apertura mică, reducerea conului luminos se face prin închiderea diafragmei sau coborîrea condensatorului. Această reglare se face prin tatonări, sub control vizual. În microfotografie şi în examene cu raze ultraviolete se utilizează condensatoare cu trei lentile care au apertura 1,4.

Pentru a elimina cît mai mult pierderile de lumină, datorită refracţiei, la examenele de mare fineţe, între condensator şi preparat se va pune o picătură de ulei de imersie. La partea inferioară a condensatorului se găseşte un suport rabatabil pentru filtrele de lumină.

4. Iluminarea corectă a microscopului

S-a arătat că iluminarea are un rol primordial în microscopie.

Regulile iluminării corecte a microscopului au fost stabilite de Köhler.

Fluxul luminos, emanat de lampa microscopului, este concentrat de colector şi trimis spre oglinda microscopului. Acesta produce reflexia fluxului luminos, îndreptîndu-se spre condensator. Reglarea distanţei la care se găseşte lampa microscopului se face ca imaginea filamentului lămpii să se formeze în planul focal inferior al condensatorului.

Dacă se închide diafragma şi se priveşte faţa inferioară a acesteia, se va vedea imaginea mărită a filamentului. Dacă această imagine nu este clară se va regla distanţa becului faţă de colector sau distanţa corpului lămpii faţă de oglindă. Intensitatea fluxului luminos se reglează cu diafragma de cîmp. Cînd se face acest reglaj, se va scoate filtrul de sticlă mată din calea fasciculului luminos. Fasciculul luminos va trece prin condensator, care-l va refracta în focarul anterior al con-

Scanned with OKEN Scanner

densatorului. Acest focar este situat în planul obiectului. În felul acesta, obiectul primeşte întreaga cantitate de lumină, furnizată de lampă.

Pentru a centra lumina, astfel ca fasciculul de lumină să fie paralel cu axa optică a microscopului, se va produce astfel:

Se va scoate ocularul microscopului şi privind spre tubul optic se va regla poziţia oglinzii, pînă cînd se va vedea imaginea sursei, formată de obiectiv.

Se va introduce apoi ocularul la locul lui şi se examinează preparatul. Se reglează apoi diafragma de apertură a condensatorului, astfel ca iluminarea preparatului să fie optimă.

5. Formarea imaginii în microscop

Obiectul este situat în planul focal superior al condensatorului unde este concentrat fasciculul luminos şi în afara focarului anterior al obiectivului.

Imaginea formată de obiectiv va fi reală, răsturnată şi mărită, fiind situată mult în afara focarului posterior al obiectivului. Ocularul, avînd o distanţă focală mare, este aşezat astfel ca imaginea dată de obiectiv să fie situată în planul focal anterior al lentilei proximale a ocularului. În acest plan este situată şi diafragma ocularului. Ocularul trimite apoi aceste raze în ochiul observatorului. Ochiul, fiind un sistem convergent, formează o nouă imagine pe retină. Această imagine, percepută de creier este o imagine virtuală. Ea este situată în direcţia obiectului real, la distanţă de 25 cm de ochiul observatorului, distanţa vederii normale (fig. 16.14).

Scanned with OKEN Scanner

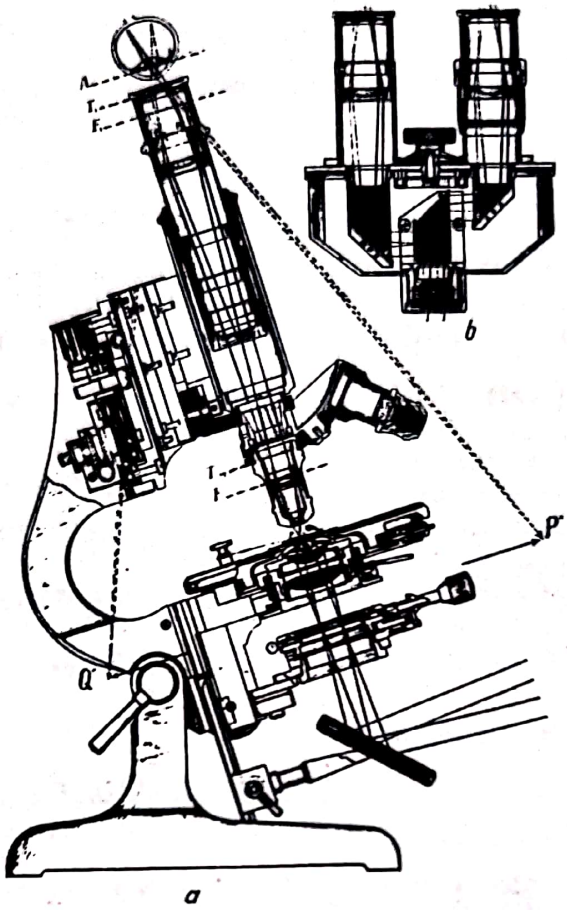


Fig. 16.14. Formarea imaginii în microscop.

Distanţa dintre focarul posterior al obiectivului şi focarul anterior al lentilei proximale a ocularului se numeşte lungime optică a tubului microscopului. Aceasta se deosebeşte de lungimea reală a tubului care este de 160 mm.

Cîmpul luminos care se observă privind prin ocular este numit cîmpul vederii. Acest cîmp este limitat de diafragma ocularului şi se găseşte în planul obiectului. Cîmpul vederii este convex şi din acest motiv nu are aceeaşi claritate la centru şi la periferie. Această defecţiune se corectează prin utilizarea obiectivelor planacromatice.

Porţiunea din preparat, a cărui imagine se formează în planul diafragmei ocularului, se numeşte cîmpul obiectului. Mărimea cîmpului obiectului este direct proporţională cu diafragma ocularului şi invers proporţională cu puterea de mărire a acestuia.

Scanned with OKEN Scanner

D. ANEXELE MICROSCOPULUI

În afara componentelor de bază, microscopul mai are numeroase accesorii, datorită cărora utilizarea microscopiei se lărgeşte. Aceste anexe se pot intercala în axul optic fie la nivelul ocularului, fie la obiectiv, la măsuţa microscopului, la condensator sau la sursa de lumină.

1. Ocularul indicator

Ocularul indicator este prevăzut cu un ac indicator, al cărui vîrf se află în planul diafragmei. Cu ajutorul acestui ac se poate căuta un detaliu oarecare din preparatul examinat. Acul fiind mobil, vîrful său poate arăta orice punct de pe preparat. Acest tip de ocular este utilizat mai ales în scop didactic.

a. Aparatul de desenat Abbé

Aparatul de desenat Abbé (fig. 16.15) se compune dintr-un cub cu prismă care se montează peste ocular şi o oglindă. Cubul este format din două prisme în formă dreptunghiulară, lipsită una de alta prin ipotenuze .

Prisma superioară are ipotenuza argintată cu excepţia unui cerc median cu diametrul de 2 mm. Se formează astfel un orificiu circular, prin care fasciculul de lumină xy din microscop poate trece înspre ochi. Acest orificiu este situat în acelaşi ax cu pupila ocularului microscopului.

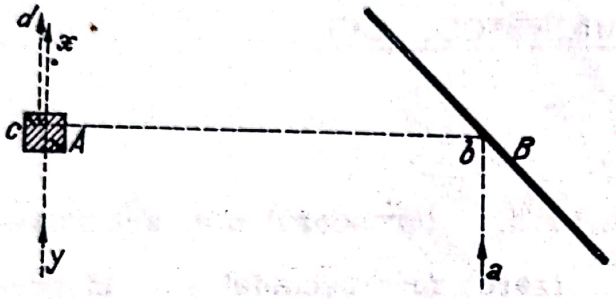


Fig. 16.15. Aparatul de desenat Abbé.

Cubul este fixat într-o montură metalică, prevăzută cu un orificiu A în dreptul catetei opuse feţei argintate a prismei. Perpendicular şi tangent la acest orificiu, este fixat de montura prismei un braţ de metal cu o lungime variabilă, la capătul căruia este fixată o oglindă plană B, paralelă cu faţa argintată a prismei.

Dedesubtul oglinzii, pe masa de lucru, se aşază o coală de hîrtie, pe care se va executa desenul. Masa de lucru trebuie să fie bine iluminată. Razele de lumină ab care vin de la hîrtia pe care se desenează vor fi reflectate de oglindă şi îndreptate înspre faţa argintată a prismei.

Aceasta o va reflecta din nou, înspre ochiul observatorului d.

Imaginea hîrtiei se va suprapune astfel peste imaginea obiectului de examinat. Se va vedea, în acelaşi timp, vîrful creionului şi preparatul care urmează să fie desenat şi se poate urmări conturul preparatului cu vîrful creionului, care va trasa acest contur.

2. Micrometrul ocular

Micrometrul ocular este format dintr-o lamă de sticlă rotundă, pe care este gravată o linie cu lungimea de 1 cm, divizată în 100 de părţi egale. O diviziune este egală cu 0,1 mm (fig. 16.16).

Micrometrul se aşază la nivelul diafragmei dintre cele două lentile ale ocularului. Reţeaua gravată poate avea forma unui pătrat cu latura divizată în 20 de părţi egale. Fiecare pătrăţel va avea latura egală cu 0,5 mm (16.17).

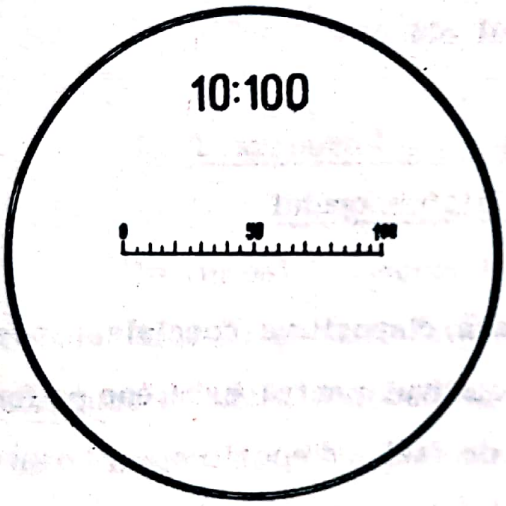


Fig. 16.16. Micrometrul ocular.

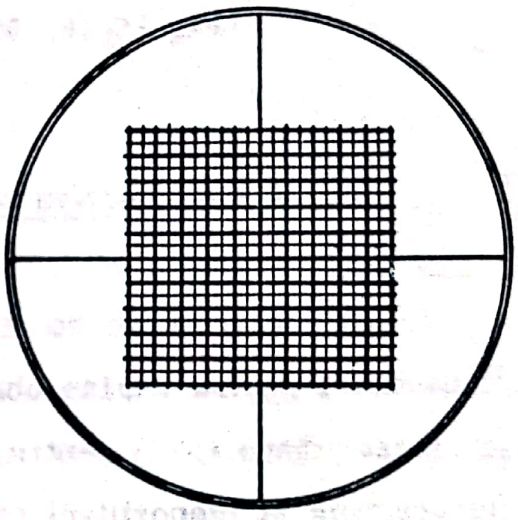


Fig. 16.17. Reţea micrometrică oculară, pătrată.

Micrometrul ocular serveşte la măsurarea dimensiunilor din planul orizontal al obiectivului. Valoarea fiecărei diviziuni se stabileşte comparîndu-se cu un micrometru obiectiv.

3. Micrometrul obiectiv

Micrometrul obiectiv este o lamă de sticlă, în centrul căreia se află o scară micrometrică cu o lungime de 1 mm, împărţită

în 100 de părţi egale. O diviziune corespunde la 0,01 mm (fig. 16.18).

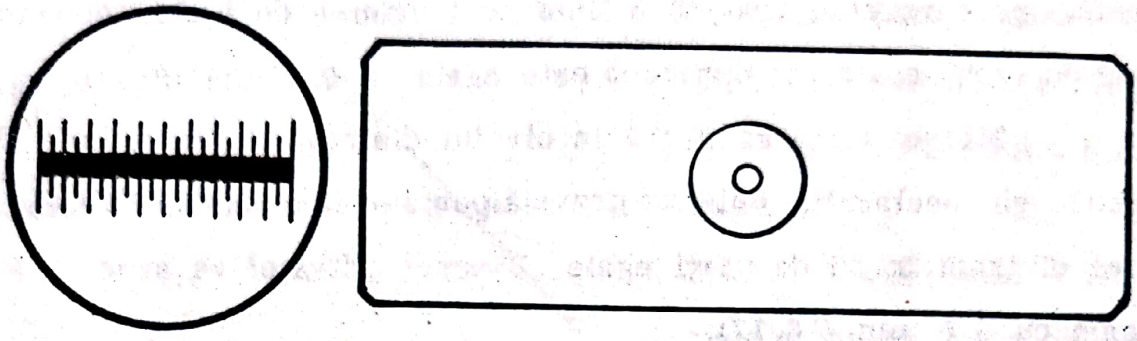


Fig. 16.18. Micrometrul obiectiv.

4. Alte dispozitive anexe ale microscopului

În microscopie se mai utilizează dispozitive speciale, ca: dispozitivul pentru lumina oblică, dispozitivul pentru examene pe fond întunecat, dispozitivul pentru contrast de fază, dispozitivul pentru fluorescenţă şi dispozitivul pentru microfotografiere, despre care se va trata mai pe larg în lecţiile următoare.

Scanned with OKEN Scanner

E. UTILIZAREA ŞI ÎNTREŢINEREA MICROSCOPULUI

Fiind un instrument de mare precizie, microscopul se poate descentra sau deteriora, dacă nu se respectă unele reguli de folosire.

1. Transportul microscopului

În timpul transportului dintr-un loc în altul, microscopul trebuie ferit de şocurile mecanice. In acest scop, microscopul se introduce în cutia respectivă, în care se fixează cu ajutorul unui şurub. Fixarea de cutie se face pentru a-l feri de lovirea de pereţii cutiei.

Scoaterea microscopului din cutie şi aşezarea lui pe masa de lucru, precum şi mutarea lui pe o altă masă de lucru se face prinzînd microscopul cu mîna dreaptă de stativ, iar cu mîna stîngă susţinînd talpa microscopului.

Este strict interzis de a se prinde microscopul de tubul optic, deoarece, în acest caz, toată greutatea lui va apăsa asupra vizei micrometrice, care se poate deteriora.

Este, de asemenea, înterzis să se apuce microscopul de platină.

2. Instalarea microscopului

Microscopul se instalează într-o încăpere bine aerisită, în care să nu existe vapori de substanţe corosive.

Temperatura camerei trebuie să se menţină la un nivel constant, atît vara cît şi iarna. Dacă această condiţie nu este respectată, în timpul iernii, datorită temperaturii scăzute, vaporii de apă din aerul expirat se condensează pe lentilele microscopului, împiedicînd astfel observaţia.

În cazul în care, în încăpere, se lucrează cu substanţe corosive şi volatile, acestea pot acţiona asupra lentilelor sau asupra mecanismelor de mişcare, producînd degradarea lor.

Microscopul se va instala pe o masă de lucru, în faţa unei ferestre, spre a putea utiliza la nevoie lumina zilei.

Masa de lucru trebuie să fie suficient de mare pentru a permite aşezarea probelor, a anexelor microscopului, a unor utilaje şi a caietului de lucru. Se recomandă ca această masă să aibă înălţimea de 80-85 cm, adîncimea de 80-90 cm şi lungimea de 120-150 cm.

Masa trebuie să aibă dedesubt un dulăpior cu sertare şi loc pentru picioarele observatorului.

Scaunul de lucru trebuie să fie cu înălţimea reglabilă, cu sau fără spătar.

Pe peretele din apropiere sau chiar la masa de lucru trebuie să existe o priză pentru alimentarea sursei de lumină, precum şi un bec de gaze.

Pe masă, în afara microscopului, se vor aşeza două cristalizoare cu capac, unul pentru lame de sticlă curate, iar al doilea

Scanned with OKEN Scanner

pentru lame utilizate, un suport de lemn, pentru preparatele ce urmează a se examina, un pahar conic cu amestec sulfocromic, un vas cu pipete Pasteur sterile şi sticluţele cu ulei de cedru.

Anexele microscopului se vor păstra în cutia microscopului.

După terminarea lucrului, microscopul se acoperă cu o husă, pentru a-l feri de praf.

3. Intreţinerea ocularelor

Microscopul fiind dotat cu diferite oculare, acestea se vor păstra în cutia care conţine toate anexele.

Este foarte important să se lase întotdeauna un ocular în tubul optic (sau să-l astupăm cu un obturator special) pentru a împiedica pătrunderea prafului în tub şi aşezarea lui pe lentila posterioară a obiectivului care se curăţă greu.

Pentru a îndepărta praful care se depune pe lentila proximală se utilizează o bucată de pînză moale care nu lasă scame sau o piele de căprioară.

În cazul în care pe lentilele sistemelor optice ale microscopului s-a depus praf, acesta se poate observa, privind la microscop. În cîmpul microscopului vor apărea particule de diferite mărimi. Pentru a vedea dacă aceste particule se află pe lentilele ocularului, în timpul examenului se va roti montura acestuia. Dacă odată cu aceasta se vor mişca şi particulele, se va scoate ocularul şi se va curăţa.

Se repetă apoi manevra anterioară şi, dacă pe ocular se mai observă particule de praf, atunci înseamnă că acestea au pătruns în

Scanned with OKEN Scanner

interiorul montării. Pentru a-l îndepărta se va deşuruba întîi lentila proximală şi se va şterge de praf, apoi cea distală.

4. Întreţinerea obiectivelor

Obiectivele se înşurubează pe revolver, în ordinea puterii de mărire. Obiectivele care nu se utilizează se păstrează în cutia specială metalică sau din material plastic.

Lentila frontală a obiectivului se poate murdări uşor, fie cu ulei de cedru, fie introducîndu-se în picăturile de lichid care se examinează. În cazul în care obiectivul este murdar, imaginile nu se pot distinge.

Curăţarea obiectivelor se va face utilizîndu-se o bucată de pînză moale, care nu lasă scame, sau piele de căprioară.

Îndepărtarea murdăriei de pe lentila frontală se va face ştergînd-o uşor cu o pînză înmuiată în alcool. În cazul în care nu s-a reuşit, se va încerca curăţarea prin ştergerea cu xilol sau toluol. Curăţarea se va face cu o atenţie deosebită pentru a nu se degrada obiectivul. Degradarea obiectivului se poate face prin zgîriere, prin dezlipirea lentilelor şi prin demontarea lor.

- Zgîrierea survine în timpul frecării cu corpuri aspre. Pentru a evita zgîrierea praful de pe obiective se va înlătura cu o pensulă fină, moale. Petele produse de uscarea uleiului de cedru sau a lichidelor cu care s-a lucrat se vor înlătura prin metodele arătate, procedînd cu o deosebită delicateţe.

- Dezlipirea lentilelor survine atunci cînd se utilizează la curăţire xilol, toluol sau alcool în exces. Lentilele fiind fixate cu balsam de Canada şi acesta fiind solubil în toluol, xilol sau benzen, ele se pot dezlipi şi obiectivul devine inutilizabil.

- Deplasarea lentilelor. Obiectivele pot să devină inutilizabile dacă încercăm să scoatem lentilele din care sînt compuse, spre a le curăţa. În acest caz modificîndu-se distanţele între ele, nu se mai pot utiliza. Din acest motiv, se recomandă să nu se cureţe decît faţetele accesibile direct, sau numai părţile ale căror monturi se pot deşuruba.

Obiectivul de imersie se curăţă de ulei de cedru după terminarea lucrului, prin ştergerea obiectivului cu pulpa degetului.

- Spargerea obiectivelor. Dacă obiectivele sînt supuse şocurilor mecanice, ca izbituri, lovituri şi căderi, lentilele componente pot să se spargă, obiectivul devenind astfel inutilizabil.

Obiectivul se mai poate zgîria sau sparge dacă se manevrează brutal viza macrometrică şi micrometrică, apăsîndu-se lentila frontală pe preparat. În acest caz, se poate sparge atît lama cu preparatul de examinat, cît şi lentila frontală a obiectivului.

În afară de defecţiunile arătate, care survin din cauza îngrijirii defectuoase, obiectivele se pot altera prin păstrarea în condiţii necorespunzătoare.

Alterarea obiectivelor se manifestă prin opacifierea lentilelor, care poate surveni în următoarele cazuri:

- prin acţiunea substanţelor corosive din încăpere sau prin acţiunea umidităţii şi căldurii;

- vitrificarea balsamului de Canada, cu care sînt lipite lentilele;

- pătrunderea de lichid între lentilele obiectivului, datorită unei lipiri incorecte a acestora.

Scanned with OKEN Scanner

5. Întreţinerea aparatului de iluminat

Oglinda şi lentilele care compun aparatul de iluminat se îngrijesc ca şi lentilele sistemului optic.

Praful de pe lentilele condensatorului se pune în evidenţă prin ridicarea sau coborîrea acestuia.

Transformatorul trebuie conectat corect la reţea. În cazul în care se conectează la o tensiune mai mare decît aceea pentru care este reglat, transformatorul se va arde. În cazul în care este conectat la o tensiune mai mică, va avea o lumină slabă.

În cazul în care transformatorul se încălzeşte prea tare sau dacă produce un zgomot neobişnuit sau dacă din el iese fum, se va scoate imediat de la priză. Se va verifica apoi dacă a fost conectat la tensiunea pentru care a fost reglat, dacă nu există vreun scurt-circuit pe cablul de alimentare al lămpii sau la piesa de prindere a becului. Numai după înlăturarea defecţiunii găsite, se va putea pune iar la priză.

Defecţiunile lămpii şi dezlipirea conexiunilor se vor remedia numai de un tehnician.

6. Întreţinerea părţii mecanice

Microscopul se va şterge zilnic de praf cu o pînză moale.

Petele de murdărie sau de ulei de cadru uscat se şterg cu alcool sau xilol. Se va avea grijă ca aceşti solvenţi să nu pătrundă în ghidajele şi mecanismele microscopului.

În cazul în care se usucă unsoarea cu care sînt unse cremalierele şi pinioanele diferitelor ansambluri, aceste părţi - se

blochează. Pentru a remedia această defecţiune, se curăţă piesele blocate cu alcool, toluol sau xilol, apoi se ung cu ulei de uns mecanismele fine (ulei de oase). În lipsa acestui ulei, se poate utiliza numai uleiul de parafină sau vaselină neutră.

7. Întreţinerea anexelor

Anexele microscopului, după utilizare, se curăţă de praf şi de ulei de cedru şi se păstrează apoi închise în cutia specială pentru anexele microscopului.

Scanned with OKEN Scanner

F. METODE DE LUCRU UTILIZATE ÎN MICROSCOPIE

1. Microscopia cu iluminarea obiectului prin transparenţă (Durchlicht)

Microscopia cu iluminarea obiectului prin transparenţă este metoda curentă de examen la microscop.

S-a arătat că un corp poate fi observat numai dacă este iluminat de un fascicul de lumină şi este transparent pentru acest fascicul. Detaliile de structură apar datorită diferenţei indicilor de refracţie ai acestora. Dacă aceste diferenţe sînt mici, pentru a putea fi puse în evidenţă aceste structuri, preparatul se colorează sau se examinează cu metode speciale cum sînt: examenul de lumina oblică în contrast de fază ş. a. La acest microscop, aparatul de iluminat este aşezat sub platina microscopului.

2. Microscopia cu iluminarea obiectivului prin reflexie (Auflicht)

Corpurile opace nu pot fi examinate prin lumină transparentă.

Suprafaţa acestor corpuri poate fi ovservată la microscop, dacă sînt iluminate pe deasupra. În acest caz, razele de lumină di-

fuzate de suprafaţa respectivă pătrund în obiectiv şi, deci, se pot observa detaliile de structură ale acestei suprafeţe. Metoda se utilizează foarte frecvent în mineralogie. Se utilizează, de asemenea, şi în medicină, pentru examenul unor cristale.

La acest microscop, aparatul de iluminat este situat deasupra platinei microscopice.

Sursa de lumină poate fi o lampă cu incandescenţă, prevăzută cu colector şi diafragmă de cîmp, sau o lampă cu vapori de mercur.

Lumina de sursă este trimisă lateral, în dispozitivul la care se înşurubează obiectivele speciale pentru lumina reflectată. Acest dispozitiv prezintă o oglindă înclinată la 45^{o}, prevăzută cu un orificiu. Suprafaţa reflectantă îndreaptă fasciculul luminos înspre obiect, printr-un manşon situat în jurul obiectivului. Obiectul este în felul acesta bine iluminat, putînd regla lărgimea acestui fascicul luminos printr-o diafragmă de apertură, situată la nivelul orificiului lateral al dispozitivului. Razele de lumină difuzate de suprafaţa obiectului pătrund în obiectiv şi de aici ajung la nivelul oglinzii dispozitivului de reflectare. S-a arătat că această oglindă este prevăzută cu un orificiu circular, care permite fasciculului luminos ce a trecut prin obiectiv să-şi urmeze calea înspre ocular şi să se poată observa suprafaţa obiectivului.

Metoda iluminării prin reflexie se utilizează pe scară largă în microscopia cu fluorescenţă.

Se construiesc microscoape speciale pentru examinarea prin reflexie. Se construiesc, însă, şi dispozitive care se adaptează la microscopul obişnuit. Pentru aceasta, se coboară platina microscopului cît mai jos cu putinţă şi se obturează orificiul acestuia. Se scoate revolverul portobiectiv în locul căruia se introduce dispoziti-

vul de reflectare. La acest dispozitiv se înşurubează obiectivele speciale şi se racordează dispozitivul de iluminare.

Microscopul de cercetare I.O.R. MC1 posedă şi dispozitiv de iluminare prin lumină reflectată.

3. Microscopul cu fond întunecat sau ultramicroscopul

S-a arătat că se poate mări puterea de rezoluţie a microscopului, mărind apertura numerică, sau micşorînd lungimea de undă a luminii.

Aceste procedee au însă o limită. Pentru a se observa particulele care nu pot fi văzute cu microscopul obişnuit se utilizează un artificiu, bazat pe fenomenul Tyndall. S-a arătat că, dacă o soluţie coloidală este străbătută de o rază de lumină, particulele care au dimensiuni mai mari decît moleculele difuzează lumina în toate direcţiile, fiecare particulă comportîndu-se ca şi cînd ar fi o sursă de lumină. Dacă fasciculul luminos se propagă în planul orizontal şi cel ce observă priveşte din planul vertical, acesta nu va observa fasciculul luminos, dar va observa lumina difuzată de particulele în suspensie.

Pe acest principiu se bazează microscopia pe fond întunecat sau ultramicroscopia. În această metodă, preparatul este luminat tangenţial, astfel că lumnia care vine de la sursă nu pătrunde în obiectiv. Acest fascicul de lumină tangenţial întîlneşte elementele (celule, bacterii) din preparatul de examinat şi determină apariţia fenomenului Tyndall. Fiecare element din preparat difuzează lumina în toate recţiile, deci, şi în obiectiv.

Dacă se priveşte printr-un asemenea microscop, se vor observa imaginile luminoase ale acestor particule, pe un fond întunecat. În acest fel de examen nu se pot, însă, observa detaliile de

structură ale corpului respectiv, ci numai forma şi mişcările pe care le efectuează.

Aparatura care se utilizează în ultramicroscopie este compusă din următoarele piese;

- un microscop de tip mijlociu sau mare;
- o sursă puternică de lumină;
- un condensator de ultramicroscopie.

Condensatorul pentru ultramicroscopie a fost inventat de Siedentopf şi Szigmondy. Acest condensator este astfel construit încît lumina primită de la sursă să fie astfel reflectată încît să ilumineze obiectul tangenţial.

Condensatoarele pentru ultramicroscopie sînt de două tipuri: cu imersie şi cu oglinzi.

a. Condensatorul cu imersie

La acest tip se pune lichid de imersie între condensator şi preparat.

Se utilizează două feluri de condensatoare, condensatorul cardioid şi condensatorul paraboloid.

- Condensatorul cardioid (fig. 16.19, a, b) este un condensator cu apertură mare, avînd un obturator circular care lasă să treacă în condensator numai razele marginale. Se formează astfel un con de umbră mai mare decît apertura obiectivului, deci, practic, lumina de la sursă nu poate intra în obiectiv. Razele marginale se încrucişează în preparat iluminîndu-l aproape tangenţial şi permiţînd astfel punerea în evidenţă a unor microorganisme prin fenomenul Tyndall.

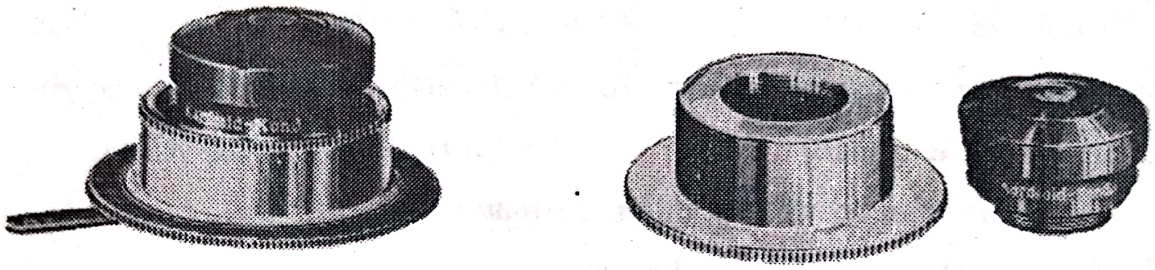


Fig. 16.19, a. Condensator cu cîmp întunecat.

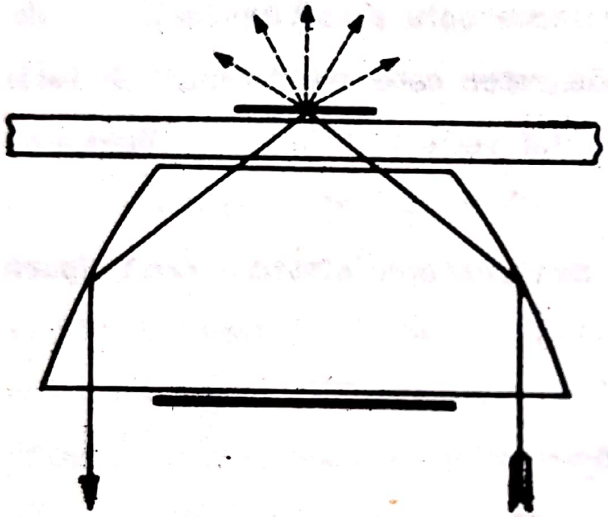


Fig. 16.19, b. Mersul razelor în condensatorul cu cîmp întunecat.

- Condensatorul paraboloid este construit dintr-un corp de sticlă care are suprafaţa reflectantă în formă de parabolă. La partea inferioară este prevăzut cu un obturator, care (ca şi la condensatorul cardioid) lasă să intre în condensator numai razele marginale. Acestea sînt reflectate astfel ca să se adune într-o zonă cu o suprafaţă mică, situată în planul obiectivului.

Condensatoarele cardioid şi paraboloid au o oglindă mobilă, acţionată printr-o pîrghie laterală, cu ajutorul căreia se produce o dublă reflexie a luminii. Razele reflectate se unesc într-un singur punct, pe preparat.

b. Condensatorul cu oglinzi

Acest condensator se utilizează la examenele cu obiective uscate.

Razele de lumină ce intră în condensator sînt reflectate de o serie de oglinzi, astfel încît să se intersecteze pe preparat. Si acest condensator are un obturator central, al cărui con de umbră acoperă obiectivul.

c. Surse de lumină

Pentru efectuarea examenului pe fond întunecat se utilizează o sursă de lumină puternică. În acest scop, se poate utiliza lampa cu lumină incandescentă, cu colector, lampa cu vapori de mercur sub presiune sau arcul voltaic. În cazul în care se utilizează arcul voltaic se vor pune ochelari de protecţie pentru reţinerea razelor ultraviolete.

d. Cum se efectuează examenul ultramicroscopic

Acest examen se efectuează la microscopul obişnuit, la care se adaptează condensatorul special pentru fond întunecat.

Se scoate condensatorul Abbé şi, în locul lui, se introduce condensatorul cu imersie sau cel cu oglinzi.

În cazul utilizării condensatorului cardioid sau paraboloid, acesta se ridică pînă la nivelul platinei. Datorită diametrului mai mare al lentilei proximale, este necesar să se regleze orificiul platinei prin scoaterea inelului de pe platină.

Se pune în funcţiune lumina, se pune o picătură de ulei de cedru pe suprafaţa condensatorului, apoi se pune preparatul. Stra-

tul de ulei de imersie, dintre condensator şi preparat trebuie să fie uniform şi să nu conţină bule de aer.

Preparatele ce se examinează la microscopul cu fond întunecat sînt preparate nativ, între lamă şi lamelă.

După ce s-a aşezat preparatul pe platină, se centrează lumina.

Pentru aceasta, se pune la punct imaginea, utilizînd un obiectiv uscat. Cînd imaginea este clară, se pune o picătură de ulei de imersie pe lamela preparatului şi se aduce în axa optică obiectivul cu imersia. Privind prin pupila ocularului dacă condensatorul este bine centrat, se va observa un cîmp întunecat, în care se găsesc formaţii strălucitoare. Dacă condensatorul nu este bine centrat, se va roti oglinda condensatorului prin intermediul unei mici pîrghii situate la partea inferioară a acestuia, pînă cînd cîmpul se va întuneca. Se va avea o deosebită grijă pentru a se evita formarea de bule de aer în cele două straturi de ulei de cedru.

Avînd în vedere faptul că obiectivele cu imersie au o distanţă focală foarte scurtă, în jur de 1,1 mm, este necesar ca, la examenele pe fond întunecat, să se utilizeze lamele subţiri, care să nu depăşească 0,8-1 mm.

Se recomandă utilizarea obiectivelor cu imersie cu o putere de mărire de 60 X şi 90 X, prevăzute cu diafragmă pentru reglarea aperturii.

Pentru a obţine cîmpul întunecat, este necesar să se închidă diafragma, deoarece aceste obiective au apertură numerică mai mare decît a condensatoarelor respective, permiţînd pătrunderea unor raze de lumină în obiectiv.

Dacă se utilizează condensatorul cu oglinzi, se vor folosi numai obiective uscate, cu o putere de mărire mai mică. În acest

caz, realizarea cîmpului întunecat se face deplasînd condensatorul în sus şi în jos, pînă cînd se obţine cîmpul întunecat. Preparatul se pune la punct cu ajutorul vizei macrometrice şi micrometrice, pînă se va observa în cîmp imaginea luminoasă a preparatului.

După cum s-a mai arătat, examenul pe fond întunecat permite să se pună în evidenţă particule care nu se pot observa cu microscopul obişnuit. Din acest motiv, această metodă se mai numeşte şi ultramicroscopie.

Examenul ultramicroscopic poate pune în evidenţă numai prezenţa, forma şi mişcările corpului examinat, fără a se ajunge la detalii de structură.

În medicină se utilizează mai ales pentru punerea în evidenţă a unor spirochete ca leptospira care produce boala numită leptospiroză şi treponema pallidum care produce boala numită sifilis

4. Microscopul cu contrast de fază

În microscopia obişnuită, obiectele se pot examina numai dacă structurile lor au un indice de refracţie diferit de cel al mediului. Absorbînd lumina în mod direct, unele structuri apar mai luminoase, iar altele mai întunecate, putînd fi astfel puse în evidenţă.

Celulele şi ţesăturile au numeroase structuri, al căror indice de refracţie nu diferă de cel al mediului şi care, deci, nu pot fi văzute la microscop decît dacă se colorează.

Faptul că nu se pot observa detalii fine fără a le colora este consecinţa imperfecţiunii organului vizual.

Scanned with OKEN Scanner

Ochiul poate deosebi variaţiile intensităţii luminoase, adică dacă un corp este mai bine iluminat decît altul. Mai poate deosebi şi variaţiile de frecvenţă, adică culorile.

Ochiul nu poate, însă, deosebi variaţiile vitezei luminii. Această imperfecţiune o are şi aparatul fotografic.

O rază de lumină, în vid, are viteza de 300 000 km/s. Dacă în calea acestei raze se interpune un mediu oarecare, acesta produce încetinirea vitezei de propagare a luminii. Această încetinire este cu atît mai mare cu cît corpul este mai puţin transparent.

În cazul celulei animale sau vegetale, toate părţile celulei sînt transparente, deşi diferă între ele din punct de vedere structural. Lumina care le străbate întîmpină o rezistenţă diferită, de la o formaţie la alta. Datorită aceste rezistenţe, razele de lumină suferă o încetinire, care nu poate fi observată cu ochiul şi nu poate fi fotografiată.

Fizicianul olandez F. Zernike a găsit modalitatea de a face vizibil acest fenomen. Această realizare se bazează pe faptele următoare: dacă două oscilaţii se găsesc în aceeaşi fază, ele îşi însumează aptitudinile, rezultînd o oscilaţie cu aceeaşi lungime de undă, dar cu intensitate mai mare.

Dacă între aceste oscilaţii există o diferenţă de fază, va rezulta o oscilaţie de aceeaşi frecvenţă, dar cu o amplitudine egală cu diferenţa amplitudinilor lor.

Microscopul cu contrast de fază transformă diferenţele de fază ale razelor de lumină ce străbat preparatul în diferenţă de amplitudine. Pentru aceasta este necesar ca razele care străbat obiectul să fie în diferenţă de fază cu o jumătate lungime de undă ($\lambda/2$) faţă de razele directe.

Această întîrziere se realizează introducînd în focarul inferior al condensatorului o placă opacă care permite razelor să treacă numai printr-un inel transparent. În focarul posterior al obiectivului se montează un inel cu un indice de refracţie ca şi al sticlei. Acest dispozitiv face ca razele care străbat formaţii mai groase să aibă amplitudinea mai mică deci, să fie mai puţin luminoase, realizîndu-se un contrast faţă de razele care străbat mediul înconjurător. Acest contrast le face vizibile şi permite şi fotografierea lor.

Contrastul de fază este pozitiv dacă razele directe şi cele difractate ajung în aceeaşi fază în planul imaginii. În acest caz, imaginea va fi luminoasă, iar fondul întunecat.

Contrastul de fază negativ se obţine dacă diferenţa de fază este de $\lambda/2$, în acest caz, imaginea fiind întunecată, iar fondul luminos.

Microscopul cu contrast de fază este un microscop obişnuit, la care se instalează un dispozitiv de contrast de fază.

Trusa de contrast de fază (fig.16.20) conţine următoarele piese: condensatorul a, obiectivele b, microscopul, ocularul c, cheile de reglaj d şi filtrul de lumină e.

Condensatorul este un condensator Abbé care, în planul focal inferior, are o diafragmă inelară.

Obiectivele utilizate au, în focarul posterior, o plăcuţă de fază. Pe montura lor sînt gravate cu roşu literele PH sau F.

Microscopul ocular este un ocular special, al cărui tub se poate alungi sau scurta, fiind făcut din două tuburi care alunecă unul într-altul.

Cu ajutorul unui şurub se fixează distanţa dorită. Acesta serveşte numai la reglarea dispozitivului.

Scanned with OKEN Scanner

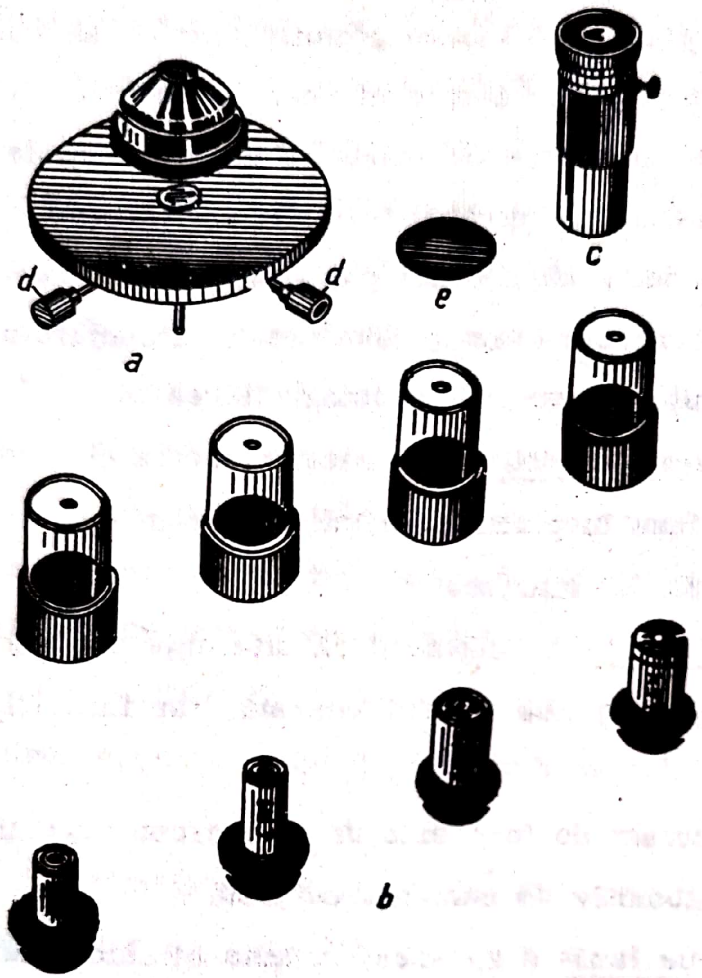


Fig. 16.20. Trusa de contrast de fază.

Punerea în funcţiune a dispozitivului:

- Se scoate condensatorul microscopului şi se fixează condensatorul pentru contrast de fază

- În suportul de filtre al condensatorului se aşază un filtru verde.

- Se înşurubează la revolverul microscopului obiectivele speciale de contrast de fază. Acestea se pot utiliza şi pentru examene obişnuite.

Scanned with OKEN Scanner

- Se scoate ocularul microscopului şi se introduce microscopul ocular din trusa de contrast de fază.

- Se aduce în axa optică placa de fază a condensatorului, corespunzătoare obiectivului folosit.

- Se introduc cele două cheiţe de reglaj în locaşurile corespunzătoare de pe montura condensatorului.

- Se iluminează microscopul, iar apoi se priveşte prin microscopul ocular.

În cîmpul microscopului se vor observa inelul luminos al diafragmei condensatorului şi inelul întunecat de pe plăcuţa de fază a obiectivului.

- Se răsucesc cele două cheiţe de reglaj, pînă cînd cele două inele se vor suprapune exact.

- Se scoate microscopul ocular şi se pune în loc ocularul obişnuit, se aşază preparatul pe platina microscopului şi se examinează în mod obişnuit. Datorită contrastului de fază, detaliile de structură vor apărea clar.

Întrebări recapitulative

1. Ce este lupa şi cum se utilizează?
2. Utilizarea aglutinoscopului.
3. Care sînt părţile componente ale microscopului?
4. Mecanismele de punere la punct a microscopului?
5. Clasificarea şi calităţile obiectivelor.
6. Ce sînt ocularele?
7. Din ce se compune aparatul de iluminat?
8. Ce rol are condensatorul Abbé?

Scanned with OKEN Scanner

9. Cum se face iluminarea corectă a microscopului?
10. Care sînt anexele microscopului?
11. Cum se formează imaginea în microscop?
12. Cum se efectuează examenul ultramicroscopic?
13. Din ce se compune dispozitivul de contrast de fază?
14. Cum se întreţine microscopul?

Scanned with OKEN Scanner

17. MICROFOTOGRAFIA

S-a arătat mai înainte că observaţiile făcute la microscop se pot fixa în două feluri ; prin desenare şi prin fotografierea imaginii.

Deşi constituie o metodă preţioasă, desenul prezintă inconvenientul că este o metodă subiectivă, observatorul putînd accentua detaliile pe care el le consideră interesante, în timp ce fotografia redă toate detaliile.

Desenul mai necesită şi talent, care nu se poate învăţa, în timp ce aparatura fotografică poate fi mînuită de orice persoană care cunoaşte tehnica fotografiei.

Prin fotografiere este posibilă executarea rapidă a unui număr mare de imagini care, dacă ar fi desenate ar necesita un timp incomparabil mai lung.

Fotografia reprezintă un document ştiinţific putînd clasifica şi studia diferitele fotografii oricînd este necesar. Observaţiile culese pot fi comunicate altor observatori, multiplicînd imaginile şi făcînd din fotografii un document practic.

Fotografierea la microscop presupune, însă, pe lîngă cunoaşterea tehnicii generale a fotografierii şi tehnica specială a efectuării fotografiei la microscop.

Scanned with OKEN Scanner

17.1. Aparatura necesară

a. Microscopul

Microfotografia se poate efectua la orice microscop cu iluminare după Köhler.

Deoarece aparatele fotografice se montează deasupra tubului optic, se preferă microscoapele la care tubul optic este fixat rigid pe stativ, pentru a evita astfel deplasarea tubului optic prin greutatea aparatului fotografic.

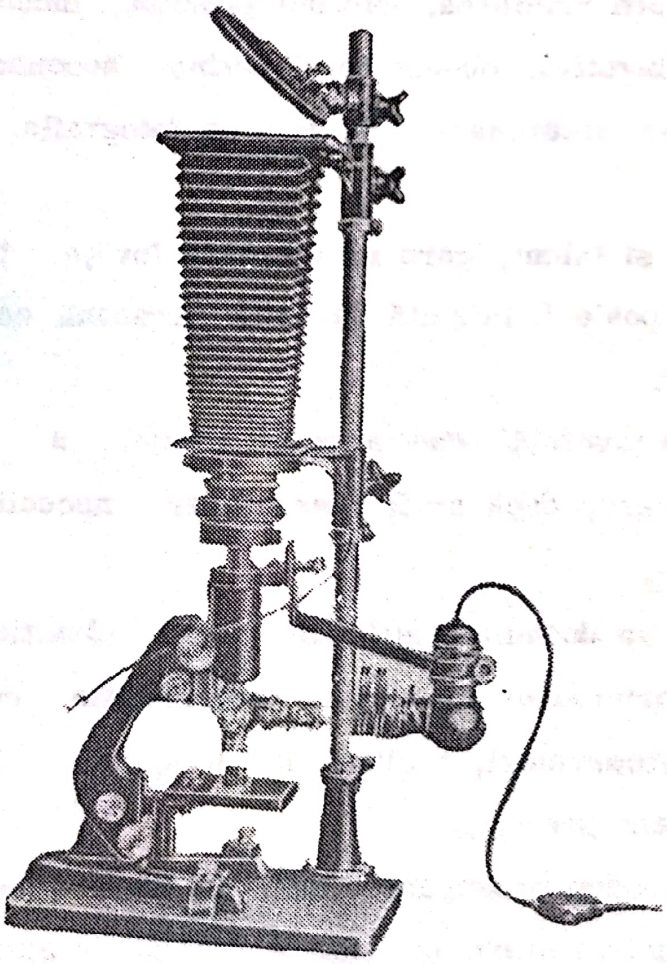


Fig. 17.1. Aparat de microfotografie cu camera extensibilă.

Microscopul de cercetare MC 1 dispune de două aparate fotografice de tip mic, putînd efectua, deci, două microfotografii în acelaşi timp, una negru-alb şi alta color.

Acest microscop mai posedă şi o cameră fotografică pentru format 6x6 cm.

Microscopul de cercetare MC 3 este, de asemenea, prevăzut cu posibilităţi de fotografiere.

Pentru efectuarea fotografiilor la alte microscoape binoculare este necesar să se adapteze aparatul fotografic

la microscopul respectiv, prin intermediul unor piese anexe (fig. 17.1).

Pentru microfotografie se utilizează obiective planapocromate asociate cu oculare speciale pentru fotografiere care au un cîmp cît mai plan.

În lipsa ocularelor speciale, se pot utiliza oculare compensatoare.

b. Adaptarea aparatului fotografic la microscop

Aparatul fotografic se adaptează la microscop cu ajutorul a două piese intermediare. Una din piese este un tub drept de microscopie care se montează în locul dispozitivului binocular, iar cea de-a doua serveşte la racordarea aparatului fotografic la microscop.

Se poate utiliza orice tip de aparat fotografic.

Dacă se utilizează aparate cu burduf şi plăci fotografice, claritatea imaginii se pune la punct pe geamul mat al aparatului.

Dacă se utilizează aparate fotografice cu dispozitiv reflex de punere la punct, - ca aparate Exakta-Varex, Practika, Contax, Zenit, Rolleiflex, Flexaret, Liubitel - punerea la punct se poate face direct pe geamul mat din vizorul aparatului, fiind necesar un dispozitiv de racordare a acestuia în tubul microscopului.

Dacă se utilizează aparate oarbe, cu vizare prin vizori, ca aparatul Leica, Zorki, Fed, Smena ş. a., este necesar, pe lîngă dispozitivul de racordare, un tub lateral pentru vizarea şi punerea la punct a clarităţii imaginii.

Aparatura fotografică, mai ales aparatele mari cu burduf se pot fixa deasupra microscopului, utilizîndu-se, pe lîngă dispozitivele de racordare, şi un stativ special de fixare.

La extremitatea proximală a tubului drept se montează ocularul de microfotografie. Dacă se utilizează şi dispozitiv cu tub lateral pentru vizare, acesta se montează între tubul drept şi piesa de racordare a aparatului fotografic. În acest caz, ocularul va fi montat la extremitatea distală a piesei cu tub lateral (fig. 17.2).

Această piesă intermediară mai poate cuprinde un dispozitiv de fotometrare pentru determinarea timpului de expunere. Dispozitivul de fotometrare cuprinde o celulă fotoelectrică, care, sub acţiunea luminii, dă naştere unui curent electric. Acesta se măsoară prin intermediul unui microampermetru.

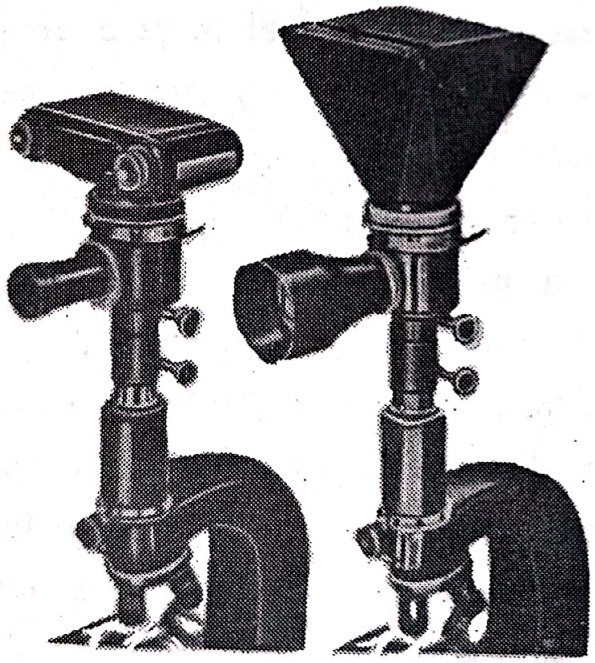


Fig. 17.2. Aparat de microfotografie cu vizare prin tub lateral.

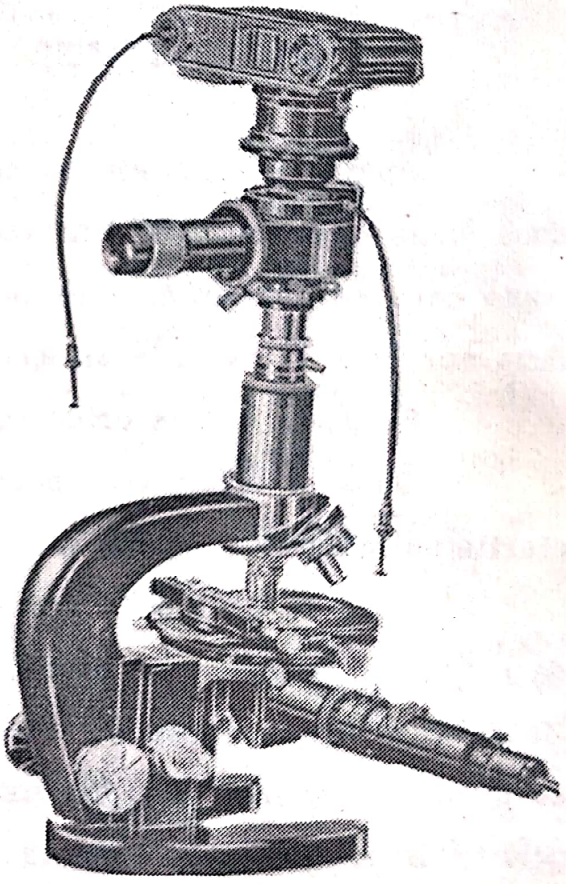


Fig. 17.3. Aparat de microfotografie cu exponometru automat.

Aparatele moderne au exponometre cuplate cu dispozitive automate de expunere (fig. 17. 3).

17.2. SURSA DE LUMINĂ

În microfotografie se utilizează mai frecvent următoarele metode de iluminare:

- Iluminarea cu lumină incandescentă, furnizată de o lampă cu colector şi diafragmă de cîmp.

- Iluminarea cu lumină ultravioletă, cu lampă cu vapori de mercur sub presiunea HBO 200.

- Iluminarea cu fulger electronic.

Microscopul de cercetare, avînd trei orificii de iluminare în talpă, permite montarea acestor trei feluri de surse de iluminare şi aducerea lor în axa optică, prin manevrarea unei manete speciale.

- Sursa de lumină incandescentă trebuie să fie reglată respectînd principiul lui Köhler. Reglarea luminozităţii se face prin intermediul diafragmei de cîmp.

Claritatea imaginii se reglează prin intermediul vizei micrometrice. Profunzimea clarităţii în microfotografie este foarte mică, între 0,2 micrometri şi 10 micrometri. Obiectivele uscate au o profunzime de 0,4 - 10 micrometri, iar cele cu imersie de 0,2-0,4 micrometri. Prin urmare o deplasare a aparatului cu cîţiva micrometri poate să facă să dispară complet imaginea din focar. Din acest motiv, microfotografia trebuie făcută cu aparate cu stative masive şi tuburi fixe.

Microscopul pentru microfotografiere trebuie montat într-o încăpere ferită de trepidaţii. Această încăpere nu trebuie să fie în

apropierea liftului, a spălătoriei, a uzinei sau în apropierea străzii de circulaţie.

Pentru a se evita şi trepidaţiile datorate clădirii, se recomandă ca microfotografia să se facă la parter sau subsol.

În timpul fotografierii este interzisă orice mişcare în apropierea microscopului.

- Sursa de lumină ultravioletă se utilizează în microscopia cu fluorescenţă şi în microscopul cu raze ultraviolete.

- Sursa de lumină fulger se cuplează cu exponometru automat şi se utilizează pentru scurtarea timpului de expunere.

17.3. UTILIZAREA FILTRELOR

În microscopia prin transparenţă în lumină incandescentă se fotografiază preparate colorate, în diferite culori.

Pentru a favoriza strălucirea culorilor formaţiilor care trebuie să fie evidenţiate, se utilizează în fotografia alb-negru o serie de filtre de lumină, care se aşază în locaşul portfiltru de la talpa microscopului sau de la condensator.

De obicei se utilizează filtre a căror culoare este complementară culorii preparatului, după cum se poate vedea din tabela 11.

Tabela 11

Tabelă pentru utilizarea filtrelor
în microfotografia alb-negru

Culoarea filtrului	Culoarea preparatului	Intervalul de trecere a radiaţiilor, în mm
Roşu	albastru-verde	650-680
Portocaliu	albastru-violet	600-680
Galben	violet	550-680
Verde	roşu	500-550
Albastru	roşu-galben	400-450

17.4. MATERIALUL SENSIBIL UTILIZAT

Pentru fotografia alb-negru se vor utiliza plăci sau filme cu granulaţie fină şi cu putere mare de separaţie.

Acestea au însă o sensibilitate redusă, necesitînd timpii de expunere lungi. Se utilizează, de obicei, filme de 7^{o} sau 10^{o} DIN.

17.5. DETERMINAREA TIMPULUI DE EXPUNERE

Determinarea timpului de expunere se face cu exponometrul automat, sau în lipsa acestuia, prin expuneri de probă.

Se expune preparatul 1, 5, 10, şi 20 s.

După developare se stabileşte care este expunerea potrivită. Dacă toate imaginile sînt subexpuse, se vor face expuneri mai lungi de 30, 60, 90, 120 s. Dacă toate imaginile au fost însă înnegrite, se va expune mai puţin: 1/2, 1/5, 1/8, 1/10, 1/25, 1/50, 1/100 s. Notînd rezultatele obţinute, în baza experienţei, se pot face tatonări mai puţine.

În cazul determinării timpului de expunere cu exponometrul, se vor face cel puţin trei expuneri: una la valoarea dată de exponometru, a doua cu o treaptă superioară şi a treia cu o treaptă inferioară.

Întrebări recapitulative

1. Importanţa microfotografiei.
2. Care sînt dispozitivele necesare efectuării unei microfotografii?
3. Cum se face iluminarea preparatului?
4. Cum se determină timpul de expunere?

Scanned with OKEN Scanner

18. MATERIALE FOTOGRAFICE ŞI PRELUCRAREA LOR

18.1. MATERIALE SENSIBILE NEGATIVE

Pentru a fotografia un obiectiv, este necesar ca imaginea lui să se formeze pe o placă sau film, al cărui strat sensibil este format dintr-o sare de argint. Dintre combinaţiile argintului, halogenurile sînt sensibile la lumină. Dintre acestea, clorura este mai puţin sensibilă decît bromura. Stratul sensibil se face dintr-un amestec de clorură şi bromură de argint, în diferite proporţii. Această soluţie se amestecă apoi cu o soluţie de gelatină şi se aplică pe suport, în grosime uniformă de 10-20 micrometri (0,01-0,02 mm).

După cum s-a arătat, lumina impresionează stratul sensibil, formînd imaginea latentă a obiectului, imagine care - în urma procesului de developare - devine vizibilă. In această imagine, părţile negre ale obiectului apar albe, iar cele albe apar negre, culorile intermediare între alb şi negru apărînd în diferite nuanţe de gri. Această imagine se numeşte imaginea negativă a obiectului. Materialul negativ are diferite grade de sensibilitate la lumină.

Materialele sensibile alb-negru redau deci, toate culorile în nuanţe intermediare între alb-negru.

Din punctul de vedere al sensibilizării la culori, se deosebesc următoarele categorii de materiale negative:

Scanned with OKEN Scanner

a) Filme sau plăci nesensibilizate. Acestea se folosesc la reproduceri şi copii pozitive.

b) Filme sau plăci pancromatice. Acestea sînt sensibile la toate radiaţiile. Se folosesc în fotografia curentă.

c) Filme ortocromatice - sensibile numai la anumite radiaţii, folosite la fotografii speciale.

Din punctul de vedere al sensibilităţii la lumină, se utilizează tot trei feluri de materiale:

Materiale de sensibilizare redusă, 0,5 unităţi GOST, 7-14° DIN, 14-20 Scheiner, 7-9 ASA.

Se folosesc pentru fotografii cu detalii de mare fineţe (în microfotografii). Negativele au contraste viguroase şi o claritate tăioasă.

Materiale de sensibilitate medie. Între 22 şi 65 unităţi GOST, 16-19° DIN, 25-28 Scheiner, 35-70° ASA.

Se utilizează în fotografia curentă. Granulaţia este destul de fină, permiţînd mărirea imaginii la scară mare.

Filme sensibile - 70 - 130 unităţi GOST, 21-25° DIN, 30-33° Scheiner, 100-200° ASA.

Au o granulaţie mare şi putere de separaţie mică.

18.2. PRELUCRAREA CHIMICĂ A MATERIALULUI NEGATIV

a. Developarea

S-a arătat că, sub acţiunea luminii, în stratul fotosensibil se produce o modificare invizibilă a sărurilor de argint formîndu-se

imaginea latentă. Această imagine nu se poate vedea decît după tratarea materialului negativ cu o soluţie chimică, numită revelator.

Revelatorul conţine substanţe reducătoare care reduc în stare de argint metalic halogenura de argint.

Revelatorul conţine mai multe substanţe chimice care trebuie să îndeplinească următoarele calităţi:

- Să conţină o substanţă reducătoare, ieftină şi stabilă.

- Să conţină substanţe de conservare, care să împiedice oxidarea revelatorului în contact cu oxigenul.

- Să aibă o reacţie chimică în care reducerea să fie optimă.

- Să conţină substanţe acceleratoare care să favorizeze pătrunderea revelatorului în emulsie şi să neutralizeze acidul format în procesul de reducere, acizi care pot opri procesul de developare.

- Să conţină substanţe încetinitoare care împiedică acţiunea reducătorului asupra emulsiei la care nu a pătruns lumina. Aceste substanţe se mai numesc antivoal.

Reducătorii utilizaţi. Se utilizează reducători organici, dintre care cei mai des folosiţi sînt:

- Metolul p-C_6H_4 OH NH CH_3. Este o substanţă uşor solubilă în apă şi are o acţiune rapidă de reducere. Acţionează viguros, în mediu alcalin. Metolul se prezintă sub formă de cristale albe, uşor cenuşii.

- Hidrochinona p-C_6H_4 $(OH)_2$. Este un reducător puternic, dînd negative cu contrast puternic. Se utilizează împreună cu metolul şi se prezintă sub formă de cristale albe sau uşor cenuşii, de formă lamelară.

Substanţe conservante. Sulfitul de sodiu Na_2SO_3 - utilizat sub formă cristalizată sau amorfă, prezentîndu-se fie ca pulbere albă

fină, fie ca cristale albe. Sulfitul de sodiu absoarbe oxigenul care ar putea produce oxidarea reducătorului şi degradarea lui.

Acceleratori. Ca acceleratori sînt folosite substanţe alcaline care favorizează acţiunea revelatorilor. Dintre acestea, cele mai utilizate sînt:

- Carbonatul de sodiu Na_2CO_3, utilizat sub formă de cristale albe, sau dacă este anhidru, sub formă de pulbere albă.

- Carbonatul de potasiu K_2CO_3, care se găseşte sub formă de pulbere albă. Se utilizează la revelatori duri, pentru a obţine un factor de contrast ridicat.

- Hidroxidul de sodiu NaOH, folosit mai rar, pentru revelatori rapizi.

Substanţe de frînare. Ca substanţă încetinitoare, pentru prevenirea voalului care s-ar putea forma în cazul în care revelatorul ar ataca şi emulsia neimpresionată, se foloseşte bromura de potasiu KBr. Aceasta sub formă de pulbere cristalină stabilă.

Clasificarea revelatorilor. Revelatorii se împart în două grupe: revelatori pentru materiale negative şi revelatori pentru materiale pozitive (hîrtie).

După modul de acţiune asupra granulaţiei, revelatorii pot fi:

- revelatori pentru granulaţie fină,
- revelatori obişnuiţi.

După acţiunea de înnegrire, revelatorii sînt de trei feluri : revelatori normali, revelatori moi şi revelatori duri.

Filmele cu granulaţie fină pînă la 15^{o} DIN - se vor developa cu revelatori moi. Cu revelatori normali şi duri dau contraste foarte puternice. Filmele cu granulaţie medie - $16\text{-}19^{o}$ DIN - se vor developa cu revelatori normali sau moi.

Filmele cu granulaţie mare - 21 - 27° DIN - se vor developa cu revelatori moi.

Revelatorii se găsesc în comerţ gata preparaţi sau pot fi preparaţi în laboratorul fotografic.

În tabela 22 se poate vedea timpul de developare, în minute, cu cei mai utilizaţi revelatori gata preparaţi, lucrînd la temperatura de 20°C.

În instrucţiunile de folosire ale filmelor sînt recomandate şi reţetele de developare ale acestora.

Pentru revelatorii preparaţi în laborator se recomandă următoarele reţete:

Revelator moale cu granulaţie foarte fină - Reţeta Agfa nr. 14

Metol	4,1 g
Sulfit de sodiu anhidru	85 g
Carbonat de sodiu	1 g
Bromură de potasiu	0,5 g
Apă	1 000 ml.

Timpul de developare: 12-15 min.

Revelatori contrast normal:

Reţeta Agfa 45

Metol	1 g
Sulfit de sodiu anhidru	13 g
Hidrochinonă	1,8 g
Carbonat de Na	4,5 g
Bromură de K	0,6 g

Reţeta Agfa 46

Metol	1,1 g
Metabisulfit de K	0,4 g
Hidrochinonă	1,6 g
Sulfit de sodiu	21,5 g
Carbonat de sodiu	6, g

Scanned with OKEN Scanner

Apă	1 000 ml	Bromură de K	0.4 g
		Apă	1 000 ml
Timp de developare: 8-10 min.		Timp de developare:	7-9 min.

Revelator contrast

Rețetă Agfa nr. 1

Metol	5 g
Sulfat de sodiu	40 g
Hidrochinonă	6 g
Carbonat de potasiu	40 g
Bromură de potasiu	2 g
Apă	1 000 ml

Timp de developare: 3-4 min.

Factorii care influențează developarea:

- Temperatura revelatorului. Cu cît temperatura este mai ridicată, cu atît durata de developare va fi mai scurtă. Temperatura optimă este de 20°C. Dacă temperatura este mai ridicată, cu 23-24°C, durata developării se va reduce cu 30-40%. Dacă temperatura este mai scăzută de 16-17°C, timpul de developare se va prelungi cu 30-40%.

- Timpul de developare. Un timp de developare prea scurt duce la un clișeu transparent, subdevelopat, cu un contrast scăzut.

Un timp de developare prea lung duce la un clișeu dens, cu granulație mare și factor de contrast mărit. Cînd revelatorul se învechește timpul de developare se prelungește.

- Concentraţia revelatorului. Un revelator proaspăt acţionează rapid.

Un revelator uzat acţionează lent, datorită scăderii concentraţiei revelatorului prin epuizare. Prin urmare, revelatorul se va utiliza la un anumit număr de filme.

Prepararea revelatorilor. Revelatorii fotografici se prepară ţinîndu-se seama de următoarele recomandări:

- substanţele se cîntăresc cu o balanţă precisă, dizolvîndu-se apoi în aproximativ 750 ml apă călduţă, de 25-30°C, în ordinea arătată în reţetă;

- nu se adaugă substanţa următoare pînă cînd substanţa anterioară nu s-a dizolvat complet;

- după dizolvarea completă a substanţelor, se adaugă apă pînă la volumul de 1 000 ml, volumul lichidelor măsurîndu-se cu un cilindru gradat;

- temperatura se va determina cu un termometru cu alcool.

În cazul utilizării de substanţe cristalizate în locul celor anhidre, din reţetele recomandate se vor folosi următoarele cantităţi echivalente.

- La 100 g sulfit de sodiu anhidru, corespund 200 g sulfit de sodiu cristalizat.

- La 100 g carbonat de sodiu anhidru, corespund 270 g carbonat de sodiu cristalizat.

- Substanţele folosite se păstrează în borcane etichetate şi închise etanş.

- În cazul apariţiei unor precipitate revelatorul se va filtra.

- Revelatorii se păstrează în sticle brune, astupate cu dop de plută sau cauciuc.

- Sticlele trebuie să fie pline, pentru a se evita oxidarea revelatorului în contact cu aerul.

- Dintr-un litru de revelator se pot developa 8-10 filme, după care concentraţia substanţei reducătoare scade.

- Un revelator poate fi păstrat în sticle brune şi bine astupate timp de 2-3 luni.

b. Spălarea intermediară

După terminarea developării, materialul se spală cu apă curentă timp de un minut, apoi se introduce în baia de fixare.

c. Fixarea

Substanţa fixatoare este tiosulfatul de sodiu - $Na_2S_2O_3$ + + 5 H_2O care poate fi utilizat sub formă cristalină sau anhidră (1 g tiosulfat cristalizat = 0,64 g substanţă anhidră).

Reţete de fixare Agfa 301

Tiosulfat de sodiu cristalizat	250 g
Metabisulfit de potasiu	25 g
(sau bisulfit de sodiu)	15 g
Apă - se completează la	1 000 ml.

Substanţele se dizolvă în apă caldă de 50°C, în ordinea din reţetă. Dintr-un litru de fixator se fixează 15 filme.

Soluţia fixatoare se păstrează un timp îndelungat, în sticle

Timpul de fixare, cînd soluţia este proaspătă, este de 6 min. Cînd soluţia se învecheşte, este de 10-12 min.

d. Spălarea finală

După fixare, materialul se spală într-un curent de apă de 16-17°C, timp de 25-30 min.

e. Uscarea

După spălare, filmul se usucă, suspendîndu-se cu un cîrlig de rufe. Se va prinde şi capătul liber cu un cîrlig de rufe, pentru a împiedica răsucirea filmului.

Uscarea trebuie să se facă într-un loc umbrit şi ferit de umezeală şi praf.

f. Utilizarea tancurilor de developare şi fixare

Developarea şi fixarea filmelor se fac introducîndu-le în bazine speciale de developare sau în tancuri de bachelită.

Dintre acestea, tancul TRIPLEX (fig. 18.1) este cel mai comod de utilizat.

Acesta este compus dintr-o cutie cilindrică de bachelită, închisă cu un capac rotund, cu un orificiu central.

În cutie se găseşte mosorul pe care se bobinează filmul şi banda protectoare.

Introducerea filmului se face în camera obscură, procedînd astfel:

- Se scoate capacul bancului şi mosorul.

Scanned with OKEN Scanner

- Se prinde sub clama mosorului capătul filmului şi a benzii Corex.

- Se stinge lumina şi se scoate filmul din casetă.

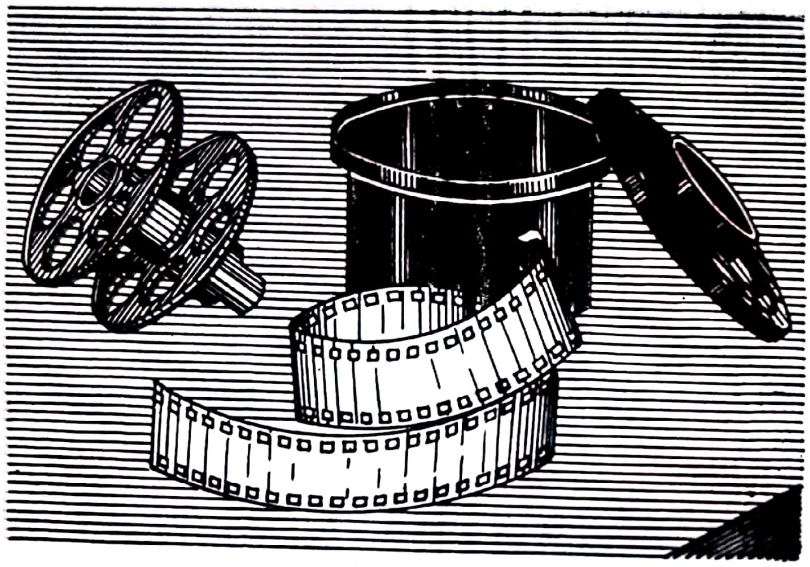


Fig.18.1. Tanc pentru developat cu bandă Corex.

- Se înfăşoară pe mosor atît filmul cît şi banda de Corex, iar după terminarea bobinării se prinde clama benzii Corex de mosor.

Se introduce mosorul astfel bobinat în tanc şi se închide capacul.

- Se aprinde lumina.

- Se controlează temperatura revelatorului.

- Se introduce revelatorul în tancul de developat prin orificiul central din capac.

- Se fixează timpul de developare pe ceasul semnalizator.

- În timpul developării, filmul se agită uşor prin învîrtirea axului mosorului.

- După terminarea developării, se scurge revelatorul din tanc, prin ciocul lateral, fără a se desface capacul.

Scanned with OKEN Scanner

- Se introduce apă, prin orificiul central, spălîndu-se filmul prin rotirea axului, timp de un minut.

- Se goleşte apa.

- Se introduce fixatorul şi se fixează 6 min.

- Se goleşte fixatorul şi se face spălarea finală timp de 25-30 min.

- Se scoate filmul şi se usucă.

Filmele trebuie să fie ferite de zgîrieturi. Nu se vor prinde de faţa lor, ci de margini. Filmele se vor păstra în ciasoare. Filmoteca trebuie ţinută în cea mai perfectă ordine şi curăţenie.

18.3. PROCESUL POZITIV

Am văzut că în procesul de developare apare imaginea negativă a obiectului. Imaginea pozitivă a obiectului se obţine suprapunînd clişeul fixat peste alt material sensibil şi expunîndu-l la lumină. Pe materialul pozitiv, părţile negre de pe clişeu vor apărea albe, iar cele albe, negre. Prin urmare, imaginea pozitivă va corespunde obiectului.

Imaginea pozitivă se poate obţine pe hîrtie sau pe filme speciale pentru diapozitive.

Fotografiile pozitive se pot obţine în mărime egală cu cea a clişeului - copiere prin contact sau pot fi mărite - copiere prin proiecţie.

Materialul pozitiv este materialul fotosensibil, folosit pentru obţinerea imaginii pozitive. Emulsia fotosensibilă este tot o halogenură de argint, care se aplică pe un suport de hîrtie sau carton.

Scanned with OKEN Scanner

Hîrtia fotografică este mai puţin sensibilă decît filmul, iar contrastul este mai puternic.

a. Clasificarea materialului pozitiv

- După destinaţia materialului, se fabrică trei tipuri de hîrtie:

a) Hîrtie de copiat prin contact, pe bază de clorură de argint, care are o sensibilitate mică.

b) Hîrtie de mărit, pe bază de bromură de argint. Are o sensibilitate mare.

c) Hîrtie mixtă, pe bază de clorbromură de argint. Are o sensibilitate medie.

- După gradaţia contrastului

a) Hîrtie moale, cu un contrast scăzut şi o sensibilitate mare.

b) Hîrtie normală, cu un contrast normal şi o sensibilitate medie.

c) Hîrtie dură, cu un contrast puternic şi cu o sensibilitate mai redusă.

- După aspectul suprafeţei

a) Hîrtie lucioasă, a cărei suprafaţă este lucioasă.

b) Hîrtie semimată.

c) Hîrtie mată.

- După culoare

Hîrtia poate fi albă sau poate avea un fond discret colorat în sepia, roşu-brun, crem fildeş ş. a.

Scanned with OKEN Scanner

Hîrtia fotografică produsă la noi în ţară este de bună calitate.

Caracteristicile hîrtiei fotografice româneşti ARFO sînt următoarele:

Grosime: subţire, obişnuită şi carton gros.

Sensibilitate: B (bromură) - sensibilitate mare;
C (clorură) - sensibilitate mică;
B.C. (clorbromură) - sensibilitate medie.

Contrast : M - moale - contrast redus;
S - specială - contrast normal;
N - normal - contrast normal;
C - contrast.

Suprafaţă : lucioasă, semilucioasă şi mată - raster filigran şi royal.

Culoarea : albă şi crem.

Identificarea suprafeţei şi a culorii se face printr-un cod cifrat:

1 - hîrtie albă lucioasă
2 - hîrtie albă semilucioasă
3 - hîrtie albă mată
21 - hîrtie crem lucioasă
22 - hîrtie crem semilucioasă
23 - hîrtie crem mată
111 - carton alb lucios
112 - carton alb semilucios
113 - carton alb mat
116 - carton alb royal
117 - carton alb raster

Scanned with OKEN Scanner

118 - carton alb filigran

121 - carton crem lucios

122 - carton crem semilucios

123 - carton crem mat

126 - carton crem royal

127 - carton crem raster

128 - carton crem filigran

Exemplu: Hîrtia BN 1 este hîrtia de mărit normală, albă, lucioasă, BCM 122 - carton pentru mărit şi copiat, moale, crem, semilucios. Dimensiunile sînt standard: 6 x 9, 9 x 12 etc.

b. Copierea

Prin copiere directă, imaginile pozitive sînt la dimensiunile negativului. Se copiază direct formatele mari de 6 x 9 mm. Formatele mai mici, 6 x 6, 6 x 4, 2,4 x 3,6 se prelucrează prin mărire.

Copierea se face cu ajutorul unei rame de copiat sau a unui aparat de copiat.

Rama de copiat este o ramă de lemn cu un geam mat şi cu un capac de închidere (fig. 18.2).

Incărcarea unei rame se face la lumina laboratorului. Se deschide capacul şi se introduce negativul cu partea lucioasă (suportul) spre sticlă.

- Se aşază peste clişeu o ramă de hîrtie pentru încadrarea imaginii.

- Se aplică hîrtia fotografică cu partea lucioasă pe clişeu.

- Se închide rama.

- Se aprinde un bec obişnuit, expunîndu-se rama un anumit timp, după care se stinge lumina albă.

- Se developează şi fixează imaginea pozitivă.

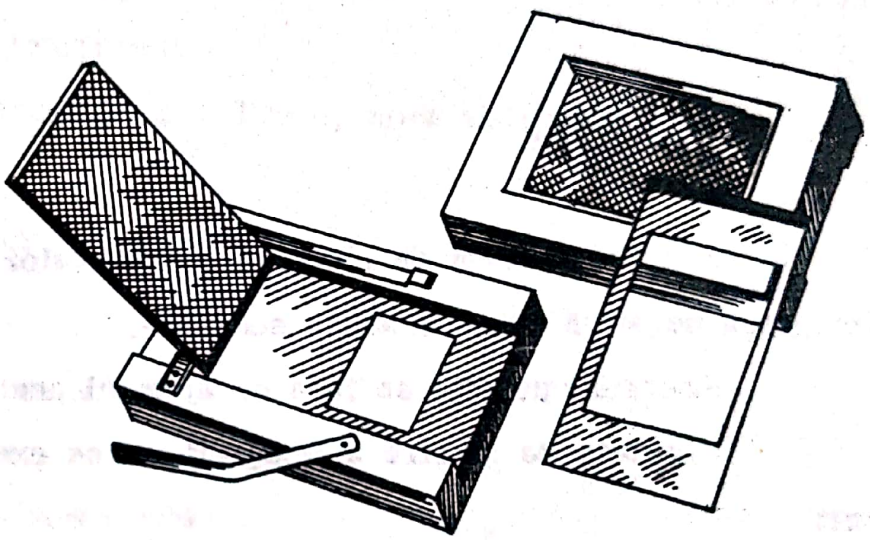


Fig. 18.2. Ramă de copiat.

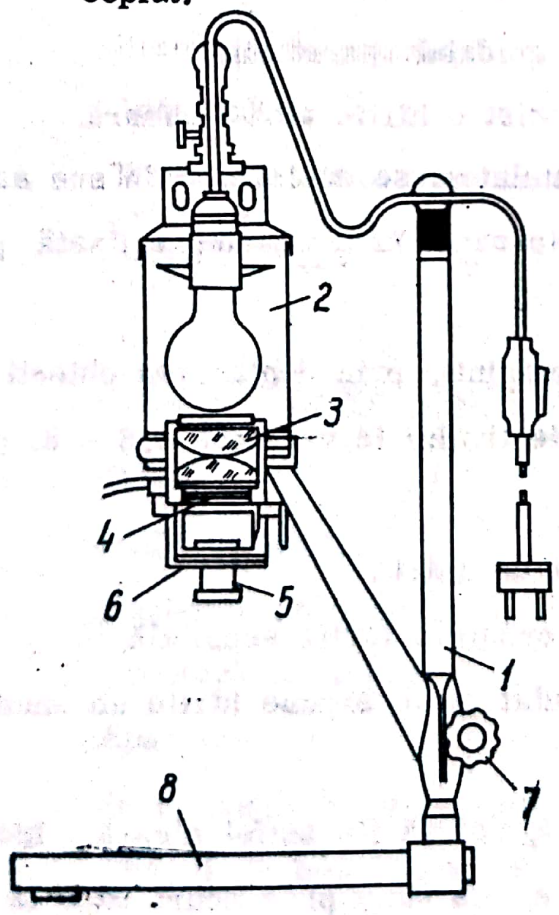


Fig. 18.3. Aparat de mărit fotografii.

Aparatul de copiat este format dintr-o cutie de lemn în care sînt două becuri, un bec obişnuit de 25 W şi unul roşu de 15 W (fig. 18.3).

Peretele superior este format dintr-o ramă de copiat. Cliseul şi hîrtia se aşază în rama aparatului, ca şi în cazul anterior, fiind aprins numai becul roşu.

După închiderea ramei, se aprinde becul obişnuit şi se expune materialul un anumit timp.

Se stinge becul alb şi se developează şi fixează fotografia.

Timpul de expunere se stabileşte prin tatonare. Se fac mai mult expuneri de probă, pentru bucăţi mici de hîrtie, expunînd 5, 10, 15 s. Apoi se developează probele. Fotografia definitivă se va expune cu timpul care a dat cel mai bun rezultat.

c. Mărirea

Această metodă de obţinere a pozitivelor se face proiectînd imaginea negativă peste o hîrtie sensibilă.

Această operaţie se face cu ajutorul unui aparat de mărit.

Operaţia de mărire a fotografiilor se execută în modul următor:

- Se introduce negativul în ghidajul aparatului.
- Se fixează pe rama de copiat o hîrtie albă ordinară.
- Se aprinde lumina aparatului şi se deplasează în sus sau în jos, pînă cînd imaginea se înscrie exact în dimensiunea fixată pe rama de copiat.
- Se aranjează claritatea imaginii, prin deplasarea obiecti - vului, apoi se închide diafragma obiectivului la valoarea 5,6 - 8, pentru a mări profunzimea imaginii.
- Se stinge becul aparatului de mărit.
- Se aşază în locul hîrtiei ordinare hîrtia sensibilă.
- Se aprinde lumina aparatului şi se expune hîrtia un anumit timp, stabilit prin încercări.

Este bine ca valoarea diafragmei să fie astfel aleasă încît timpul de expunere să fie de 10-20 s. Un timp prea scurt duce la erori de expunere, iar un timp prea lung duce la măriri lipsite de contrast.

Scanned with OKEN Scanner

d. Developarea materialului pozitiv

Operaţia de developare se face în camera obscură la o lumină adecvată.

Revelatorii pentru hîrtie sînt revelatori energici care să dea un contrast viguros fotografiei.

Si aceşti revelatori pot fi moi, normali sau duri.

Revelator normal - Agfa 100

Metol	1 g
Sulfit de sodiu anhidru	13 g
Hidrochinona	3 g
Carbonat de sodiu anhidru	26 g
Bromură de potasiu	1 g
Apă pînă la	1 000 ml
Timpul de developare cu acest revelator, la 19-20°C, este de	2 min.

Revelator moale - Agfa 105

Metol	15 g
Sulfit de sodiu	75 g
Carbonat de potasiu	75 g
Bromură de potasiu	2 g
Apă la	1 000 ml

Se diluează 1 : 1 înainte de utilizare.

Timpul de lucru este de 2 min la 20°C.

Revelator dur - Agfa 108

Metol	5 g
Sulfit de sodiu	40 g
Hidrochinona	6 g
Carbonat de potasiu	40 g
Bromură de potasiu	2 g
Apa se completează la	1 000 ml
Timpul de lucru:	2 min, la 20°C

Revelator pentru hîrtia ARFO

Metol	1 g
Sulfit de sodiu cristalizat	25 g
Hidrochinona	3,5 g
Carbonat de sodiu cristalizat	65 g
Bromură de K	1 g
Apa se completează la	1 000 ml
Durata de developare :	2 min.

Revelatorii se păstrează în sticle brune, umplute pînă la dop. Dacă sînt tulburi, se filtrează prin hîrtie de filtru. Dacă sînt de culoare galbenă brună, sînt epuizaţi şi se aruncă.

e. Baia de oprire

După developare, hîrtia fotografică este trecută într-o tăviţă, în care se găseşte soluţia de oprire a procesului de developare. În baia de oprire, hîrtia fotografică se ţine 15-30 s.

Baia de oprire are următoarea compoziţie:

Scanned with OKEN Scanner

- Acid acetic glacial	10 ml
Apă sau	1 000 ml
Metasulfit de potasiu	40 g
Apă distilată	1 000 ml

f. Fixarea

Din baia de oprire, fotografia se trece în baia de fixare, unde se ţine 6-10 min. Fixatorul pentru hîrtia fotografică are următoarea compoziţie:

Tiosulfat de sodiu cristalizat	250 g
Metabisulfit de potasiu	25 g
Apă completîndu-se la	1 000 ml

Cu un litru de fixator se pot fixa 120 de copii, format 9 x x 12 cm.

g. Spălarea finală

Din fixator, hîrtia se trece în baia de spălare, în care se lasă să se scurgă apa în permanenţă, timp de 30-45 min.

18.4. FOTOGRAFIA ÎN CULORI

a. Materialul color negativ

Tehnica lucrărilor fotografice color este mai complicată decît cea a lucrărilor alb-negru.

Scanned with OKEN Scanner

Pelicula negativă color are trei straturi fotosensibile: stratul superior este sensibil la culoarea albastră, stratul mijlociu la cea verde, iar cel inferior la culoarea roşie.

Între stratul superior şi cel mijlociu se mai află un strat galben care împiedică pătrunderea radiaţiilor albastre spre straturile profunde.

Pe spatele peliculei există un strat de lac de culoare verde la filmul color negativ şi maro la filmul reversibil care absoarbe razele roşii, împiedicînd reflexia lor. Acest strat se numeşte antihalo. Cînd se expune filmul, razele roşii impresionează numai stratul inferior, cele galbene stratul mijlociu, iar cele albastre, stratul superficial. Pe acest film se formează trei imagini latente, fiecare în stratul respectiv.

După developare, în fiecare strat vor apărea culorile complimentare. În stratul superior apare culoarea galbenă, în cel mijlociu, culoarea purpurie, iar în cel profund, culoarea azurie.

Pentru obţinerea imaginii pozitive, se utilizează o hîrtie care are trei straturi fotosensibile ca şi materialul negativ.

În timpul procesului de copiere se utilizează filtre de lumină speciale, pentru a realiza acordarea culorilor.

Developarea pozitivului se face ca şi cea a negativului, în soluţii revelatoare speciale, numite cromogene.

La fotografierea color se utilizează aceleaşi aparate ca şi la fotografia negru-alb. În cazul fotografiei color, expunerea se va face prin măsurarea iluminării cu un exponometru fotoelectric.

b. Prelucrarea negativului color

Soluţiile pentru developarea în culori conţin, pe lîngă substanţele care intră în compoziţia revelatorilor negru-alb, şi substanţe

care influenţează procesul de developare color. In compoziţia unui revelator color intră substanţe de developare, de activare, de conservare, de îndepărtare a voalului şi pentru reducerea durităţii apei.

Ca substanţă de developare se utilizează mai ales sulfatul de dietil-parafenilen-diamină.

Ca substanţă activatoare, se utilizează carbonatul de potasiu care realizează mediul alcalin necesar.

Pentru a împiedica oxidarea revelatorului, se utilizează sulfitul de sodiu şi sulfatul de hidroxilamină.

Ca substanţă antivoal, se foloseşte bromura de potasiu.

Pentru prevenirea depunerilor de săruri, se adaugă substanţe care micşorează duritatea apei,ca hexametafosfatul de sodiu şi EDTA.

Tabela 12

Ordinea operaţiilor de prelucrare a negativului

Ordinea operaţiilor	Operaţia	Durata min	Temperatura soluţiilor	pH
1	Developare în culori	6	18 ± 0,5°C	10,8-11
2	Spălarea I	15-20	max 16°C	-
3	Înălbirea argintului	4-6	18°C	-
4	Spălarea II	5-8	16°C	-
5	Fixarea	5-8	18 + 4°C	6,0-8,0
6	Spălarea III	15-20	16°C	
7	Uscarea	60-120	30°C	

Se recomandă folosirea seturilor de substanţe gata preparate, care urmează să se dizolve în apă şi să se utilizeze conform instrucţiunilor unităţii producătoare.

După developare, negativul se va fixa într-un fixator obişnuit sau în fixatorul furnizat în pachetele.

După fixare, timp de 5-8 min, filmul se spală 15-20 min, la temperatura de 16°C, apoi se usucă.

c. Prelucrarea materialelor pozitive

Copierea negativelor se face ca şi la fotografia negru-alb, prin contact sau prin proiecţie.

Procesul de copiere se deosebeşte de cel arătat la fotografia negru-alb.

Executarea pozitivului color se face în următoarele etape:

- Stabilirea filtrelor necesare pentru acordarea culorilor.
- Determinarea timpului de expunere.
- Prelucrarea fotografică: developarea şi fixarea fotografiei.

Aceste operaţii se pot efectua numai de tehnicieni fotografi.

d. Diapozitive

Diapozitivele sînt imagini pozitive, negru-alb sau color, care se obţin pe o peliculă transparentă.

Diapozitivele se proiectează pe un ecran unde va apărea imaginea pozitivă a obiectului.

Ele se pot executa în două feluri:

- Prin copierea unui film negativ pe un film pozitiv, cu o sensibilitate mică.
- Prin fotografierea pe o peliculă reversibilă care, după prelucrare va da direct imaginea pozitivă. Pelicula reversibilă îndeplineşte atît funcţia de material negativ cît şi funcţia de material pozitiv.

e. Prelucrarea peliculei reversibile color

Pelicula reversibilă color are, ca şi cea negativă, trei straturi fotosensibile. În fiecare strat se formează o imagine latentă în culori. Pentru evidenţierea acestei imagini, se foloseşte developarea alb-negru. După spălare, se iluminează pelicula, care este apoi supusă developării color.

Se elimină apoi argintul metalic redus, executîndu-se un proces de înălbire (rehalogenare).

Pentru prelucrarea filmelor reversibile color şi obţinerea diapozitivelor, se utilizează cinci soluţii: revelator alb-negru, revelator color, baia stop, baia de înălbire şi baia de fixare.

Substanţele necesare se găsesc în comerţ sub formă de pacheţele care urmează să se dizolve şi să se utilizeze conform instrucţiunilor.

Ordinea şi regimul operaţiilor de prelucrare a peliculei reversibile color sînt date în tabelele 13 şi 14.

Tabela 13

Prelucrarea dispozitivelor ORWOCOLOR UT 13, UT 16, UK

Ordinea operaţiilor	Felul operaţiei	Durata min	Temperatura °C	Soluţie	
				reţetă	set
1	Developare alb-negru	32	18±1/4	ORWOCOLOR 09	Ersatzwickler C 09
2	Spălare	25	12-15	-	-

Continuare tabela nr. 13

0	1	2	3	4	5
3	Iluminare	5	lampă 500 W la 75 eW	-	-
4	Developare color	12	18(+1/4, -1/2)	ORWOCOLOR	Ferbent-wickler
5	Spălare	25	12-15	-	-
6	Înălbire	5	16-18	ORWOCOLOR 57	Bleichbad 57
7	Spălare	10	12-15	-	-
8	Fixare-tanare	5	17-19	ORWOCOLOR 75	Hartefixi-erbad C 75
9	Spălare finală	25	12-15	-	-
10	Uscare		max. 30	-	-

Dispozitivele ORWOCHROME UT 16, UT 18 şi UK 17 se pot developa numai în laboratoare specializate sau cu seturi de substanţe gata preparate.

Tabela 14

Prelucrarea dispozitivelor ORWOCHROME

Ordinea operaţiilor	Felul operaţiei	Durata min	Temperatura	Soluţie
0	1	2	3	4
1.	Developare alb-negru	16,5± 30 s	25 ± 1/4	C 07
2.	Spălare	1÷30 s	20÷25	

Continuare tabela 14

0	1	2	3	4
3.	Baia oprire	2-4	23-25	C 37
4.	Spălare	5	20-25	-
5.	Iluminare	5	Lampă 500 W la 75 cm	
6.	Developare color	12	24,5-25	C 17
7.	Spălare energică	15	20-25	-
8.	Înălbire	4	23-25	C 57
9.	Spălare	4	20-25	-
10.	Fixare	5	23-25	C 71
11.	Spălare fonală	15	23-25	-
12.	Baie de înmuiere şi stabilizare	1	20-24	F 905-(1:200)
13.	Uscare	-	max.30	-

După uscare, se decupează fiecare fotografie pozitivă şi se înrămează în rame speciale pentru diapozitive.

Diapozitivele astfel confecţionate pot fi privite printr-un dispozitiv numit diascop. Acesta este format dintr-o cutie, care pe peretele anterior are o lupă, iar pe cel posterior, o sticlă mată. Se introduce diapozitivul înaintea geamului mat şi se priveşte prin lupă, îndreptînd diapozitivul de citit spre o sursă de lumină.

f. Proiecţia diapozitivelor

Diapozitivele se pot proiecta pe un ecran de pînză albă, cu ajutorul unui aparat de proiecţie.

Acesta este format dintr-o sursă de lumină, instalată într-o lanternă. În faţa sursei de lumină este un condensator, în faţa căruia se introduce diapozitivul. Fluxul luminos care trece prin diapozitiv este proiectat de obiectivul aparatului pe ecran, unde se obţine imaginea mărită şi răsturnată a diapozitivului.

Întrebări recapitulative

1. Cum se prelucrează chimic materialul negativ ?
2. Cum se efectuează copierea şi mărirea fotografică ?
3. Care sînt etapele prelucrării materialului color reversibil (diapozitive) ?

Scanned with OKEN Scanner

19. NOŢIUNI DE FOTOMETRIE

19.1. COLORIMETRIA

19.1.1. Generalităţi

Colorimetria este o metodă de analiză pentru determinarea concentraţiei unei soluţii colorate, prin comparaţie cu o soluţie cu concentraţie cunoscută.

Dacă un fascicul luminos străbate o cuvă în care se găseşte o soluţie colorată, se constată că fasciculul emergent este de intensitate mai mică decît fasciculul imergent. Această pierdere de lumină are mai multe cauze: reflexia luminii pe pereţii cuvei şi absorbţia luminii de către soluţia colorată.

Intensitatea luminii incidente este egală cu suma intensităţilor fasciculului reflectat de pereţii cuvei, a celui absorbit de soluţia colorată şi a fasciculului care părăseşte cuva:

$$I_o = I_c + I_a + I_t \qquad (1)$$

în care:

I_o este intensitatea fasciculului imergent;

I_c - intensitatea fasciculului reflectat de pereţii cuvei;

I_a - intensitatea luminii absorbite

I_t - intensitatea fasciculului emergent.

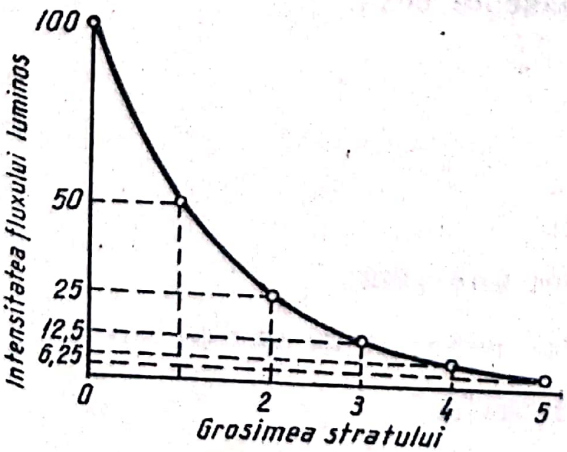
Avînd în vedere că la toate determinările se foloseşte aceeaşi cuvă, I_c se poate neglija, iar relaţia (1) devine:

$$I_o = I_a + I_t. \qquad (2)$$

I. Lambert şi P. Beer au arătat experimental că straturile de substanţă care au aceeaşi grosime absorb întotdeauna aceeaşi cantitate de lumină, dacă determinarea se face în condiţii identice.

Dacă se notează intensitatea fasciculului I_o care străbate o soluţie cu 100% şi lumina absorbită de stratul de soluţie cu grosimea de 1 cm se notează cu 50%, rezultă că fasciculul care iese din soluţie va avea valoarea 50%, deoarece 100 = 50 + 50. Dacă acest fascicul cu intensitatea= 50%va trece printr-un al doilea strat identic cu primul, va mai pierde jumătate din intensitate, iar fasciculul emergent va avea 25% din intensitatea fasciculului iniţial. Dacă va trece şi prin al treilea strat, identic cu cele precedente, intensitatea fasciculului emergent va fi de 12,5%.

Dacă se reprezintă grafic într-un sistem de coordonate datele acestei experienţe notînd pe axa absciselor numărul straturilor străbatute de fasciculul luminos, iar pe axa ordonatelor intensitatea fluxului luminos, se va obţine curba din figura 19.1.



Această curbă fiind repre - zentarea grafică a ecuaţiei exponenţiale, între mărimile respective va exista următoarea relaţie

$$I_t = I_o e^{-kl}, \qquad (3)$$

Fig. 19.1. Curba exponenţială a transparenţei.

în care:

I_t este intensitatea fluxului luminos la ieşirea din cuvă;

I_o - intensitatea fluxului incident;

e - baza logaritmilor naturali;

l - grosimea stratului;

k - coeficientul de extincţie.

Dacă se ia ca bază sistemului logaritmilor zecimali, se obţine:

$$I_t = I_o \cdot 10^{-kl} \qquad (4)$$

Din această relaţie, rezultă următoarele:

- cînd grosimea stratului creşte în progresie aritmetică, intensitatea fluxului luminos, ce străbate acest strat, va scădea în progresie geometrică;

- raportul dintre intensitatea luminii transmise şi a luminii incidente depinde de coeficientul de extincţie şi de grosimea stratului:

$$\frac{I_t}{I_o} = 10^{-kl} \qquad (5)$$

Dacă, de exemplu, intensitatea luminii ce a străbătut o soluţie a scăzut de 10 ori, atunci:

$$\frac{I_t}{I_o} = \frac{1}{10} \qquad (6)$$

iar

$$\frac{1}{10} = 10^{-1}$$

Inlocuind în relaţia (5), vom avea:

$$10^{-1} = 10^{-kl},$$

de unde:

$$kl = 1, \text{ iar } k = \frac{1}{L} \qquad (7)$$

Grosimea stratului de soluţie (L) fiind aceeaşi, capacitatea de absorbţie a soluţiei depinde numai de coeficientul de extincţie (k).

Beer a arătat că valoarea acestui coeficient de extincţie este proporţională cu concentraţia substanţei:

$$k = \varepsilon C \qquad (8)$$

unde:

C este concentraţia substanţei;

ε - constantă care nu depinde de concentraţie.

Inlocuind valoarea lui k din (8) în formula (4), vom avea:

$$I_t = I_o \cdot 10^{-\varepsilon Cl} \qquad (9)$$

Această relaţie reprezintă legea fundamentală a colorimetriei, legea LAMBERT-BEER-BOUGUER. Conform acestei legi, intensitatea fasciculului luminos ce străbate o soluţie depinde de concentraţia ei.

Din relaţia (9) se pot calcula valorile unor mărimi fotometrice.

a. Transmisia

Transmisia sau transparenţa soluţiei este egală cu raportul dintre intensitatea luminii transmise (I_t) şi a luminii incidente (I_o) şi se notează cu T.

Scanned with OKEN Scanner

$$\frac{I_t}{I_o} = T$$

Scoţînd din (9) valoarea $\frac{I_t}{I_o}$, rezultă:

$$\frac{I_t}{I_o} = 10^{-\varepsilon C1} \qquad \text{Deci: } T = 10^{-\varepsilon C1} \qquad (10),$$

Dacă grosimea stratului este egală cu 1 cm, vom avea:

$$T = 10^{-\varepsilon C.}$$

În acest caz, T se numeşte coeficient de transmisie.

b. Extincţia

Extincţia (E) sau densitatea optică (D) este egală cu logaritmul inversului transmisiei:

$$E = D = \log. \frac{1}{T} ;$$

înlocuind în (10), rezultă:

$$E = D = \log. \frac{1}{T} = \log. \frac{I_o}{I_t} = \varepsilon C1,$$

$$E = \varepsilon C.1 \qquad (11)$$

Extincţia este, deci, proporţională cu concentraţia soluţiei.

Dacă se reprezintă grafic variaţia extincţiei, în funcţie de concentraţie,

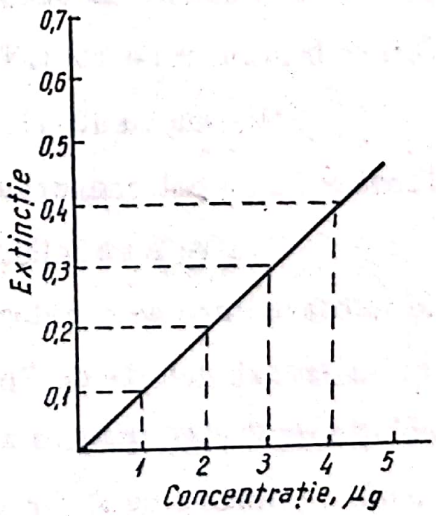


Fig. 19.2. Curba liniară a extincţiei.

se va obţine o curbă de forma J = f(x), adică o linie dreaptă (figura 19.2.

19.1.2. METODE DE ANALIZĂ COLORIMETRICĂ

a. Metoda comparării cu etaloane

În această metodă se compară intensitatea culorii soluţiei de cercetat cu intensitatea culorii unor soluţii de concentraţie cunoscută, examinate în aceleaşi condiţii. Concentraţia soluţiilor de cercetat va fi egală cu cea a etalonului care are aceeaşi intensitate de culoare.

Compararea se face cu aparatele numite comparatoare. În laboratoarele de analize medicale se utilizează numeroase tipuri de comparatoare: comparatorul Walpole, comparatorul Hellige pentru pH, hemoglobinometrul Sahli, colorimetrul Crecelius - Seifert ş.a. La pregătirea etaloanelor trebuie să se ţină seama că ochiul omenesc poate deosebi intensitatea culorilor a două soluţii a căror concentraţie diferă cu 7%. Ţinînd seama de acest fapt, concentraţia etaloanelor nu trebuie să difere mai mult de 10-15%.

Metoda comparării cu etaloane prezintă dezavantajul că etaloanele nu se pot conserva timp îndelungat, deoarece se decolorează.

Pentru a se înlătura acest inconvenient, se utilizează soluţii imitatoare care au o coloraţie stabilă. Astfel, pentru culoarea galbenă, se utilizează soluţia de $FeCl_3$ în acid clorhidric, pentru culoarea roz - soluţia de $CoCl_2$, pentru albastru - soluţia de $CuSO_4$, iar pentru portocaliu - soluţia de $K_2Cr_2O_7$.

În afara soluţiilor imitatoare, se pot folosi sticle colorate cu nuanţe identice cu acelea ale soluţiilor etalon.

Comparatoarele sînt dispozitive pentru aprecierea intensităţii culorii a două soluţii. Ele sînt constituite din blocuri paralelipipedice cu patru sau şase găuri verticale şi două sau trei găuri situate în planul orizontal, perpendicular pe cele verticale, prin care se privesc etaloanele şi proba. În spatele comparatorului se găseşte un geam mat, pentru egalizarea luminii difuze.

Un asemenea aparat este comparatorul Walpole pentru determinarea pH-ului mediilor de cultură, care se utilizează împreună cu scara de etaloane. Michaelis ce foloseşte indicatori monocolori.

Comparatorul Walpole are 10 cm înălţime, 3 cm lungime şi 4,5 cm grosime. El are patru locuri pentru introducerea eprubetelor, două în faţă (1 şi 2) şi două în spate (3 şi 4), paralele două cîte două, precum şi două canale perpendiculare pe tuburile verticale, prin care se privesc probele (fig. 19.3); scara Michaelis cuprinde o serie de tuburi etalon, cu care se compară soluţia de examinat. Etaloanele conţin indicatori monocolori din grupa dinitrofenolilor care au diferite nuanţe de galben. Etaloanele acestei scări diferă cu 0,2.

Determinarea pH-ului cu acest comparator se face astfel: în tuburile 1 şi 2 ale comparatorului se pun cîte 2 ml de mediu. In tubul 1 se adaugă 4 ml apă distilată şi 1 ml metanitrofenol 0,3%, iar în tubul 2 se adaugă 5 ml apă distilată. În tubul 3 se pun 7 ml apă distilată, iar în locul 4 se introduce cîte un etalon Michaelis. Se priveşte apoi prin orificiile de comparare şi se încearcă mai multe etaloane, pînă cînd culorile se egalizează. Mediul de cultură are pH-ul indicat de tubul etalon.

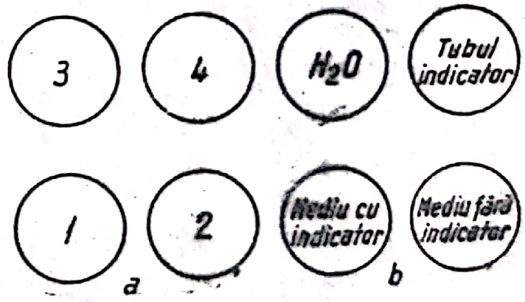


Fig. 19.3. Comparatorul Walpole.

Prepararea indicatorilor se face după tabela 15.

T a b e l 15

Tabelă pentru prepararea indicatorilor Michaelis

Indicatorul utilizat	Modul de preparare	Domeniul de măsurare a pH-ului
Dinitrofenol alfa	0,1 + 200 ml apă distilată	2,8 - 4,4
Dinitrofenol gama	0,1 + 400 ml apă distilată	4 - 5,4
Paranitrofenol	0,1 + 100 ml apă distilată	5,4 - 7
Metanitrofenol	0,3 + 100 ml apă distilată	6,8 - 8,4

Prepararea etaloanelor se face conform indicaţiilor din tabela 16 utilizîndu-se cantităţi crescînde de soluţii de carbonat de sodiu N/10 şi cantităţi descrescînde de indicatori diluaţi 1:10.

Comparatorul Hellige pentru determinarea pH-ului utilizează în locul soluţiilor etalon discuri de sticlă colorată, a căror culoare corespunde unei anumite valori pH.

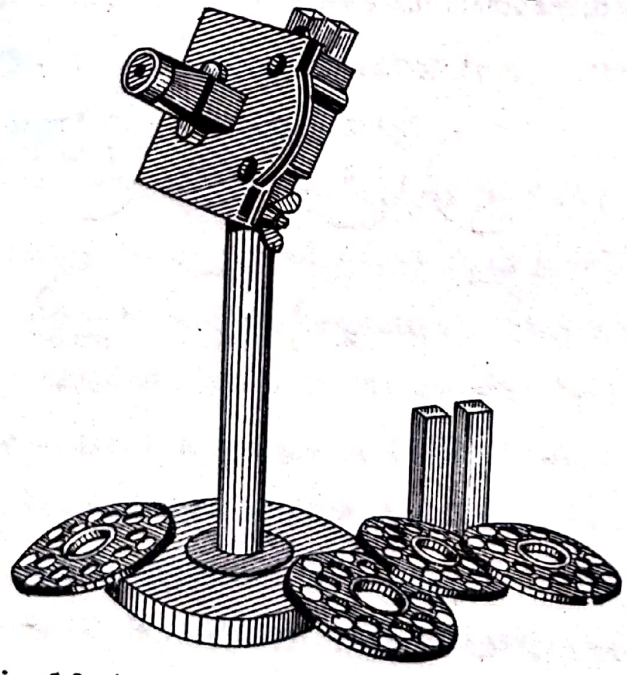


Fig. 19.4. Comparatorul Hellige

Descrierea aparatului. Aparatul este format din cutia comparatorului care este fixată pe un stativ cu picior(figura 19.4).

Peretele din faţă se deschide pentru a introduce discurile cu sticle etalon colorate.

Pe acest perete se găseşte un ocular, prin care se examinează proba de analizat. Tot

Tabela 16

Tabelă privind prepararea etaloanelor Michaelis

Tub nr.	Alfa-dinitrofenol			Gama-dinitrofenol			Paranitrofenol			Metanitrofenol		
	ml indicator 1 : 10	ml Na_2CO_3 N/10	pH	indicator 1 : 10	Na_2CO_3 N/10	pH	indicator 1 : 10	Na_2CO_3 N/10	pH	indicator 1 : 10	Na_2CO_3 N/10	pH
1	6,7	0,3	4,4	6,6	0,4	5,4	4,05	2,95	7	5,2	1,8	8,4
2	5,7	1,3	4,2	5,5	1,5	5,2	3	4	6,8	4,2	2,8	8,2
3	4,6	2,4	4,0	4,5	2,5	5,o	2,o8	4,92	6,6	3,0	4,0	8
4	3,4	3,6	3,8	3,4	3,6	4,8	1,4	6,6	6,4	2,3	3,7	7,8
5	2,5	4,5	3,6	2,4	4,6	4,6	0,94	6,05	6,2	1,5	5,5	7,6
6	1,74	5,26	3,4	1,65	5,35	4,4	o,63	6,37	6	1,0	6,0	7,4
7	1,20	5,80	3,2	1,10	5,90	4,2	0,40	6,60	5,8	0,66	6,34	7,2
8	0,78	6,22	3,0	0,74	6,29	4	0,25	6,75	5,8	0,43	6,57	7
9	0,51	0,49	2,8	-	-	-	0,16	6,84	5,4	0,27	6,73	6,8

Scanned with OKEN Scanner

pe acest perete se găsesc două ferestruici prin care se citeşte rezultatul determinării.

La partea superioară are două şanţuri verticale, orientate antero-posterior, în care se introduc cuvele sau eprubetele de cercetat. Pe peretele din spate este fixat un geam mat.

Aparatul are cîte două cuve paralelipipedice cu grosimea stratului de 2,5 - 10 - 13 - 25 - 26 şi 40 mm. Are, de asemenea, eprubete gradate de 5-10 ml, precum şi pipete gradate de 0,2; 0,25; 0,3; 0,5 şi 10 ml pentru pipetarea indicatorilor.

Cu ajutorul acestui colorimetru se poate determina reacţia soluţiilor în intervalul de pH 1,2-11,8 cu o precizie de 0,5 unităţi.

Pentru fiecare indicator bicolor, aparatul are cîte un disc de comparare, după cum se poate vedea în tabela 17.

T a b e l a 17

Tabela discurilor colorimetrice utilizate la comparatorul Hellige

Nr. crt.	Indicatorul utilizat	Domeniul de viraj şi culoarea	Grosimea stratului
0	1	2	3
1.	Albastru de timol	1,2-2,8 roşu - galben	13 mm
2.	Tropeolin 00	1,6-3,2 roşu - galben	13 mm
3.	Metiloranj	2,8-4,4 roşu - galben	13 mm
4.	Roşu de metil	4,4-6 roşu - galben	13 mm
5.	Verde de bromcrezol	3,8-5,4 galben - albastru	13 mm
6.	Roşu bromfenol	5,4-7 galben - roşu	13 mm

Continuare tabela 17

0	1	2	3
7.	Albastru de brom-timol	6-7,6 galben - albastru	13 mm
8.	Roşu de crezol	7,2-8,8 galben - roşu	13 mm
9.	Albastru de timol	8-9,6 galben - albastru	13 mm
10.	Fenolftaleină	8,6-10,2 roz - pal - albastru	13 mm
11.	Violet de naftol	10,2-11,8 oranj - violet	13 mm

Modul de lucru. Se măsoară în cele două cuve ale comparatorului cîte 10 ml din soluţia de determinat.

Într-una din probe se introduce cu o pipetă foarte curată şi uscată cantitatea de indicator prescrisă. Se agită pentru omogenizare.

Cuva martor se introduce în şanţul din dreptul aparatului, iar cea cu proba colorată de indicator, în şanţul din stînga. Se priveşte apoi prin ocularul comparatorului şi se roteşte discul cu etaloanele din sticlă, pînă cînd se obţine egalizarea intensităţii culorilor. În acest moment într-una din ferestruicile de pe peretele anterior al cutiei apare o cifră care indică valoarea pH-ului soluţiei.

Hemoglobinometrul Sahli este un aparat pentru dozarea hemoglobinei, prin comparare cu un martor colorat (fig. 19. 5).

Hemoglobinometrul Sahli este format dintr-un corp de ebonită, închis la partea posterioară printr-un geam mat. În interiorul hemoglobinometrului sînt doi cilindri de sticlă, coloraţi în brun-deschis (culoarea clorhidratului de hematină). Cu aceste etaloane se compară proba.

Scanned with OKEN Scanner

La partea superioară, aparatul are un orificiu prin care se introduce eprubeta specială a hemoglobinometrului cu proba de cercetat. Pe această eprubetă sînt gravate două scări gradate: una de la 5 pînă la 25 g hemoglobină, iar cealaltă este gradată în procente, de la 10% pînă la 160%. Cifra 100 corespunde cantităţi de 16 g Hb.

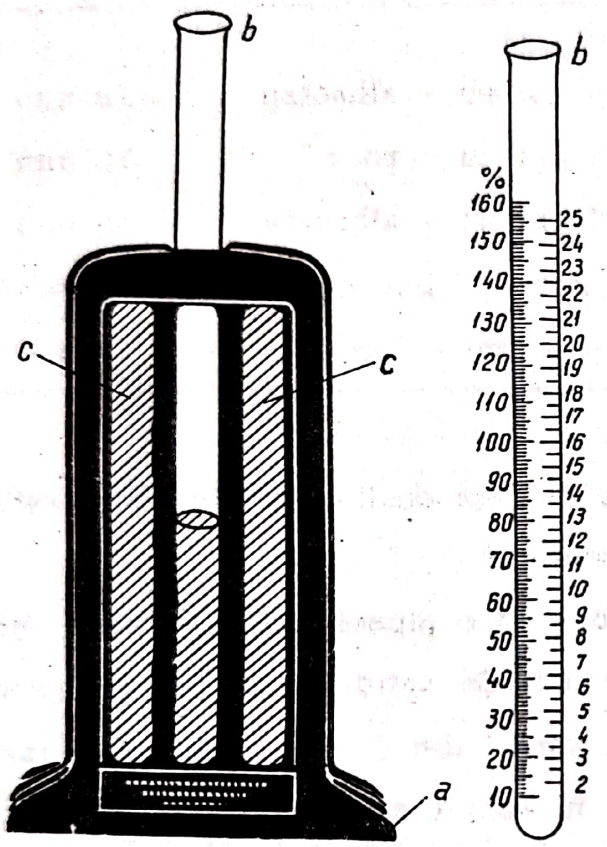


Fig. 19.5. Hemoglobinometrul Sahli: a-corpul aparatului; b-eprubeta; c-etaloane de sticlă.

Tehnica de lucru. Se pune în eprubeta hemoglobinometrului HCl n/10 pînă la diviziunea 10.

Se recoltează sînge din pulpa degetului, cu o pipetă capilară de 20 microlitri, introducîndu-se această cantitate de sînge în eprubeta cu acid clorhidric şi spălîndu-se pipeta de 2-3 ori în amestecul din eprubetă.

Se omogenizează conţinutul şi se lasă să stea 5 min în repaus. In acest timp, se hemolizează globulele roşii, iar hemoglobina eliberată se transformă în clorhidrat de hematină de culoare brună.

Se adaugă apoi apa distilată, în cantităţi mici, amestecînd cu o baghetă pînă ce culoarea soluţiei din eprubeta de cercetat devine identică cu cea a etaloanelor de sticlă.

Scanned with OKEN Scanner

Se citeşte diviziunea de pe eprubeta corespunzătoare marginii inferioare a meniscului lichidului. Cifra citită reprezintă cantitatea de hemoglobină, exprimată în grame sau în procente.

Intrebări recapitulative

1. Care sînt principiile metodei colorimetrice?
2. Legea Lambert-Beer.
3. Cum se utilizează comparatoarele?
4. Cum se utilizează comparatorul Hellige?
5. Cum se utilizează hemoglobinometrul Sahli?

19.2. FOTOMETRE

Fotometrele sînt aparate care se utilizează pentru determinarea intensităţii luminoase a unui fascicul care străbate o soluţie de o anumită grosime, prin egalizarea cu un alt fascicul de lumină identic cu primul, care străbate un strat de aceeaşi grosime de lichid martor.

Această măsurătoare se face cu ajutorul fotometrelor vizuale de tip Pulfrich (fig. 19.6), I.O.R. (fig. 19.7) sovietice ş.a.

19.2.1. Fotometrul vizual

a. Descriere

Fotometrul I.O.R. este construit pe principiul arătat şi se compune din trei piese care se montează pe o şină: dispozitivul de iluminare, suportul cuvelor şi dispozitivul de fotometrie.

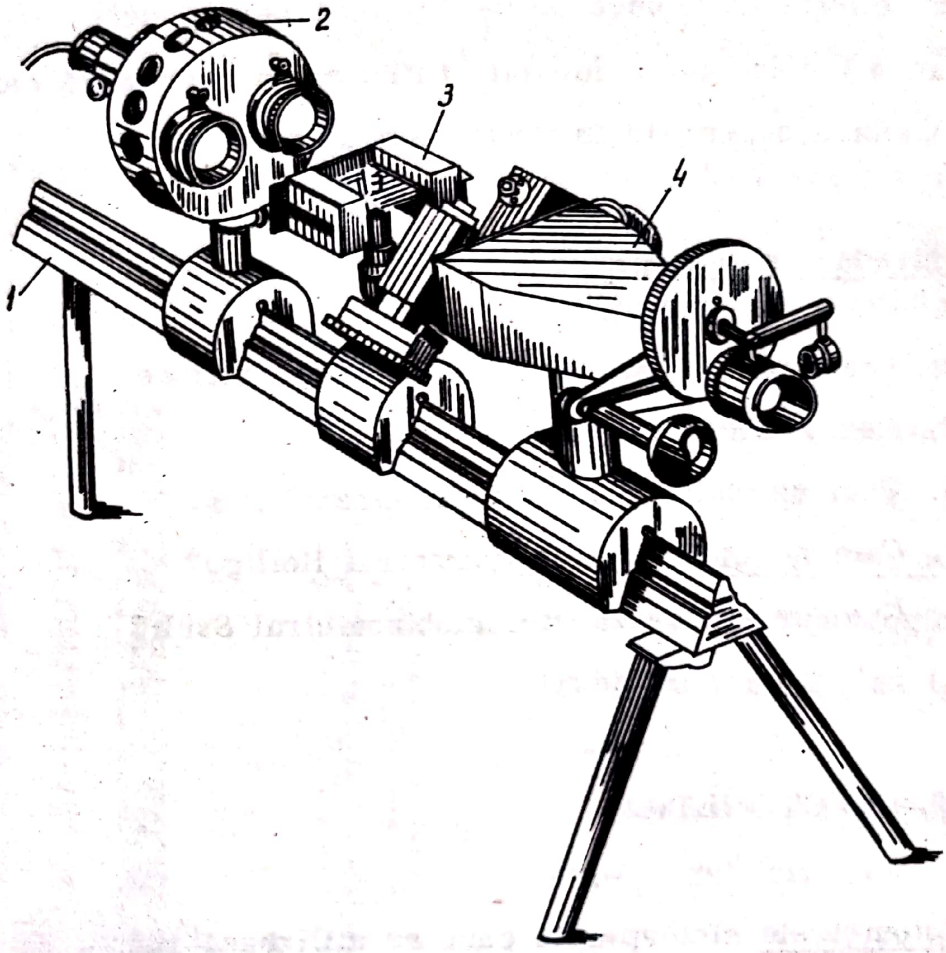


Fig. 19. 6. Fotometrul Pulfrich.

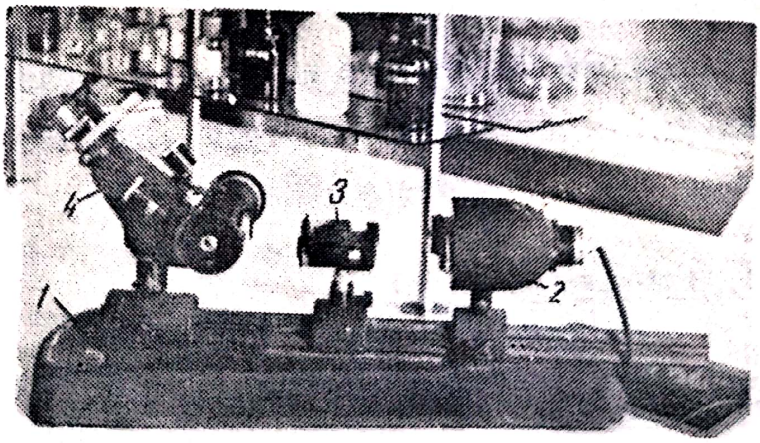


Fig. 19. 7. Fotometrul IOR.

Scanned with OKEN Scanner

Dispozitivul de iluminare (fig.19,8) este alcătuit dintr-o lanternă de formă sferică. În interiorul lanternei se află un bec de joasă tensiune, care are un filament special.

Fasciculul de lumină este reflectat de două oglinzi plane 1, înclinate la 45° faţă de sursa de lumină, fiecare oglindă reflectînd un fascicul luminos. Aceste fascicule de lumină sînt paralele şi trec prin cele două ferestre, situate pe peretele anterior al lanternei.

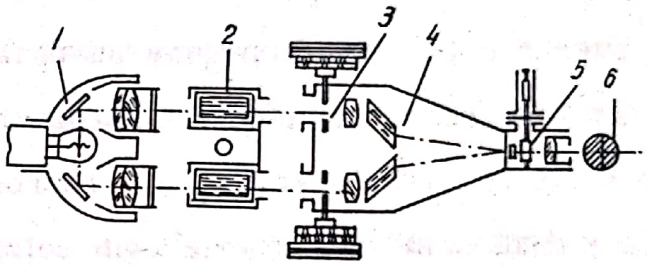


Fig.19.8. Schema fotometrului vizual.

În fiecare din aceste ferestre se află cîte un condensator, în faţa căruia există cîte un filtru mat şi un filtru clar, rabatabile. Distanţa dintre cele două condensatoare este de 7 cm. Sursa de lumină trebuie să se găsească în focarul condensatorului.

Reglarea sursei în focarul condensatorului se face fie scoţînd montura tubulară a condensatorului, fie modificînd poziţia becului.

Cele două fascicule de lumină paralele străbat apoi două cuve de mărime egală, aşezate pe un suport. Într-una din cuve se introduce soluţia de cercetat, iar în cealaltă, soluţia martor.

Soluţia de cercetat fiind colorată, a absorbit mai multă lumină decît martorul şi, deci, fasciculul care a străbătut soluţia de cercetat este colorat mai puţin intens decît cel care a străbătut martorul.

Cele două fascicule pătrund apoi în dispozitivul de fotometrare 3, unde - printr-un sistem de prisme 4 - se aduc în ocularul 6 al fotometrului, după ce au trecut printr-un filtru colorat.

Scanned with OKEN Scanner

Fiecare fascicul de lumină ilumineză jumătate din cîmpul ocularului. Pe părţile laterale ale dispozitivului de fotometrare sînt montate două tambure care acţionează cîte o diafragmă. Se roteşte tamburul care micşorează fasciculul ce a străbătut martorul, pînă cînd cele două cîmpuri vor fi iluminate uniform. Tamburele care acţionează cele două diafragme au două scale gradate. O scală de la 1 la 100 gravată cu negru, reprezentînd transparenţa D a soluţiei şi o scală gravată cu roşu, care reprezintă extincţia E. Valorile dintre cele două scale sînt legate prin relaţia: $E = 2 - \log. D$.

b. Reglarea sursei de lumină

Sursa de lumină se alimentează printr-un transformator coborîtor de tensiune care primeşte, la primar, 110 sau 220 V, iar la secundar livrează 6 volţi. Reglarea lămpii se face astfel:

- se îndepărtează geamurile mate din faţa condensatoarelor;
- se aşază lampa la distanţa de 1 m de un ecran alb sau de perete. Fiecare fascicul de lumină va forma pe ecran imaginea filamentului. La fotometrul Pulfrich spiralele trebuie să fie clare şi egale, iar lungimea lor să fie de 7 cm. Imaginea celor două spire trebuie să fie una în continuarea celeilalte, fără să se suprapună;
- se roteşte apoi corpul lămpii spre fotometru;
- se fixează tamburele diafragmelor la diviziunea 100 şi privind prin oculare se va vedea imaginea celor două spire, fiecare ocupînd 1/2 din cîmpul ocularului;
- la fotometrul I.O.R., imaginea spirelor este în forma literei V;
- în cazul în care filamentul nu are imaginea descrisă, vom acţiona fie asupra şuruburilor de reglaj, montate pe carcasa lămpii,

fie asupra dispozitivului de prindere a becului, apropiindu-l sau depărtîndu-l de condensatoare, pînă cînd se obţine imaginea clară a spirelor;

- sursa de lumină este bine reglată, cînd este situată în focarul posterior al condensatoarelor;

- se aplică apoi geamurile mate pe condensatoare şi, în cazul în care fotometrul este bine reglat, cele două cîmpuri vor fi uniform luminate;

- în cazul în care cele două cîmpuri, după aceste manevre, nu sînt totuşi uniform luminate, vom acţiona asupra condensatoarelor trăgînd uşor în afară monturile tubulare ale acestora, pînă cînd iluminarea celor două cîmpuri este identică;

- neclaritatea mai poate surveni şi din cauza ocularului. Ocularul este bine reglat cînd linia de separare a celor două cîmpuri este clară. Reglarea ocularului se face prin rotirea lui la stînga sau la dreapta, acesta putînd fi deplasat în limitele a $\pm$ 3 dioptrii. Ocularul este prevăzut cu o bonetă de cauciuc care protejează ochiul de lumina exterioară. Celălalt ochi se acoperă cu un ocular fals care se poate aduce fie în faţa ochiului drept, fie în a celui stîng, astfel ca observatorul să aibă o poziţie corectă sau confortabilă în faţa aparatului;

- aparatul este bine reglat dacă se aşază unul din tambure la diviziunea 50, iar după echilibrarea repetată a aparatului, celălalt tambur este fixat între diviziunile 49,5 şi 50,5.

Suportul de cuve, în cazul examenului fotometric prin transmisie, se aşază la distanţa de 11 cm faţă de fotometru şi la distanţa de 12 cm faţă de condensatoarele lămpii.

Cuvele pentru cercetare sînt de două feluri: cuve paralelipipedice şi cuve tubulare. Cuvele paralelipipedice de tipul C se utilizează

în fotometria curentă. Ele au feţele anterioare şi posterioare din sticlă optică, plan paralele, iar cele laterale din sticlă mată. Cuvele sînt prevăzute cu căpăcele de sticlă, pentru a micşora pierderile de lichid, datorită evaporării.

Cuvele de tipul C au diferite grosimi de strat; cu cît lichidul este mai colorat, cu atît cuvele utilizate sînt mai înguste.

Cuvele tubulare au o grosime de strat mai mare, utilizîndu-se pentru soluţii foarte slab colorate.

La fiecare determinare, se utilizează două cuve identice. Caracteristicile cuvelor se pot vedea în tabela 18.

Tabela 18

Caracteristicile cuvelor fotometrului I.O.R.

Tipul cuvei	Cantitatea de lichid în ml necesară pentru grosimea de sticlă, în cm					
	0,5	1	2	5	10	20
Cuve paralelipipedice	1,75	3,5	7	17,5	-	-
Cuve tubulare	-	-	-	-	58	115

Cuvele trebuie să fie foarte curate, ţinîndu-se în amestec sulfo-cromic. Inainte de întrebuinţare, se spală foarte bine cu apă distilată, apoi se clătesc cu soluţia de cercetat.

c. Fotometrul

Fotometrul este constituit din două canale paralele, fiecare avînd o diafragmă cu deschidere variabilă.

Scanned with OKEN Scanner

O biprismă are rolul de a îndrepta cele două fascicule de lumină între ocularul aparatului, fiecare fascicul ocupînd jumătate din ocular. Fasciculul din dreapta ocupă jumătatea stîngă a ocularului, iar cel din stînga, jumătatea dreaptă.

Între ocular şi prisme se găseşte un disc pe care sînt montate filtrele de lumină care sînt aranjate în locaşurile aparatului în ordinea lungimii de undă. Fiecare locaş are un număr de ordine. Pe faţa anterioară a revolverului fotometrului se găseşte o ferestruică în care se observă numărul de ordine al filtrului care este în axa optică a aparatului.

Filtrele care se utilizează în fotometrie sînt filtre spectrale care lasă să treacă lumina aproape monocromatică. Ele sînt de două feluri: filtre din gelatină şi filtre interferenţiale.

Filtrele de gelatină sînt alcătuite din două lame subţiri de sticlă optică, între care se găseşte un strat uniform de gelatină colorată.

Filtrele interferenţiale sînt plăci de sticlă pe care s-a depus un strat de oxizi de metale.

Aceste filtre acoperă în întregime spectrul cuprins între 420 nm şi 750 nm. Pe montura fiecărui filtru sînt gravate litera S (spectral) şi un număr ce arată lungimea de undă în care filtrul are o transparenţă maximă, conform tabelei 19.

Pentru determinări care se fac cu substanţe ce absorb puternic lumina, precum şi pentru nefelometrie, se utilizează filtre speciale L, care lasă să treacă o cantitate mai mare de lumină.

În tabela 20 se redau caracteristicile filtrelor interferenţiale ale fotometrului I. O. R.

Tabela 19

Gradarea filtrelor la fotometrul I. O. R.

Filtrul	S42	S47	S50	S53	S57	S61	S66	S72	S75
Transparenţa maximă, în nm	420	470	500	530	570	610	660	720	750

Tabela 20

Caracteristicile filtrelor interferenţiale ale fotometrului I. O. R.

Filtrul	Lăţime în Å		Maximum de transparenţă	Transparenţa la punctul maxim %
	λ/2	λ/10		
S 42	60	200	4180	1
S 47	60	160	4675	6
S 50	60	175	4970	5
S 53	100	170	5300	5
S 57	150	250	5700	6
S 61	170	370	6100	3
S 72	210	900	7180	48
S 75	380	1 200	7450	50
L 1	550	2 250	6100	40
L 2	380	1 050	5150	60
L 3	120	430	4850	44

d. Operaţia de măsurare la fotometru

Grosimea stratului de lichid trebuie aleasă în aşa fel ca să se obţină valori ale transparenţei între 70% şi 5% sau ale extincţiei între 0,15 şi 1,3.

e. Alegerea filtrului

În cazul în care metoda nu indică filtrul utilizat la măsurare, se va utiliza filtrul pentru care substanţa are cea mai mare absorbţie. Pentru aceasta, cînd se face curba de etalonare, se va citi fiecare etalon, pe toate filtrele aparatului, notîndu-se extincţia fiecărei citiri.

La determinările substanţei respective se va utiliza filtrul pentru care s-a obţinut extincţia maximă. La determinările concentraţiilor soluţiilor colorate, dacă nu există o indicaţie precisă asupra filtrului ce trebuie să fie utilizat se va alege un filtru de culoare complementară faţă de culoarea probei.

f. Lichidul de compensare

Toate determinările se vor face faţă de un martor care se introduce într-o cuvă identică cu cea în care se examinează proba.

Prin aceasta, se compensează pierderile produse prin reflexia luminii pe suprafaţa cuvelor sau prin absorbţia produsă de reactivii utilizaţi.

De cele mai multe ori, ca lichid de compensaţie se utilizează apa. Se pot folosi şi soluţiile utilizate în reacţie, în afară de cea care produce reacţia de culoare.

g. Tehnica măsurării

Înainte de efectuarea măsurătorii, se introduce lupa suplimentară în faţa ocularului.

Se închide complet una din diafragme.

Scanned with OKEN Scanner

Se apropie ochiul observatorului de ocularul aparatului, astfel ca boneta de protecţie să-l protejeze de lumina parazită.

Se aşază în suportul cuvelor, cuva cu proba de măsurat şi cuva cu martorul (blancul). Se manevrează tamburul fotometrului, opus probei, pînă se obţine egalizarea celor două cîmpuri ale ocularului. Se citeşte pe tambur extincţia E sau transparenţa T.

Din Legea Lambert-Beer, se ştie să între concentraţia şi extincţia substanţe , există următoarea relaţie:

$$C = K. E. 1$$

În această relaţie, K este un factor constant, E este extincţia şi 1 este grosimea cuvei în care se face determinarea. Dacă cuva este de 1 cm, relaţia de mai sus va deveni:

$$C = K. E.$$

Determinarea concentraţiei unei substanţe se poate face utilizîndu-se standarde de lucru,ale aceleiaşi substanţe, de concentraţie cunoscută. Se măsoară extincţia standardului St (Est), de concentraţie Cst şi extincţia probei P(Ep), de concentraţie necunoscută (Cp) în cuva de 1 cm. Aplicînd relaţia de mai sus, vom avea:

$$Cst = Est \times K \quad (1) \text{ şi } \quad Cp = Ep \times K \quad (2)$$

Înlocuind valoarea lui K din 1 în 2, vom avea:

$$Cp = \frac{Est}{Ep} \times Cst$$

Această formulă se utilizează pentru determinarea concentrației unei substanțe, cu ajutorul standardelor de concentrație cunoscută a aceleiași substanțe.

Factorul K, fiind același la toate determinările concentrațiilor unei anumite substanțe, se numește factor de etalonare.

Scoțînd valoarea lui K din (1), vom avea: $K = \frac{Cst}{Est}$, înlocuind în (2), vom avea: $Cp = \frac{Ep}{Esp} \times Cst$ (3)

Determinarea concentrației unei substanțe se poate calcula fie din formula (3), fie calculînd inițial valoarea lui K, pe care o înmulțim cu extincția probei (C = E.K)

Determinarea factorului de etalonare se face de fiecare dată cînd se schimbă condițiile de lucru ca în cazul preparării de soluții proaspete, la schimbarea filtrelor, schimbarea becului, mutarea aparatului în altă încăpere cu alte condiții de măsurat etc. Această determinare se face pe mai multe concentrații ale soluției respective.

h. Construirea curbei de etalonare

A doua metodă de calculare a concentrației este metoda curbei de etalonare.

Pentru aceasta se fac diferite concentrații ale soluției de cercetat, care să cuprindă atît valorile normale, cît și variațiile extreme ale acestor valori, întîlnite în patologie.

Se determină apoi coeficientul de extincție E al fiecărei concentrații și se face reprezentarea grafică a acestor valori, într-un sistem de axe rectangulare.

Pentru aceasta, se ia o hîrtie milimetrică și se trasează o linie orizontală pe care se notează concentrațiile soluției, în ordine crescîndă.

Scanned with OKEN Scanner

Se trasează apoi o perpendiculară pe această axă pe care se notează coeficienţii de extincţie, în ordinea crescîndă.

Se ridică apoi cîte o perpendiculară din punctul corespunzător unei anumite concentraţii, pînă în dreptul valorii extincţiei corespunzătoare acelei concentraţii. Acest nivel se găseşte la intersecţia perpendicularei ridicate, cu paralela la axa orizontală, dusă din punctul corespunzător valorii extincţiei. Intersecţia acestor drepte se norează cu un punct.

Se determină apoi punctele corespunzătoare celorlalte concentraţii şi se unesc printr-o dreaptă toate punctele înscrise.

Aceasta reprezintă curba de etalonare. Se va observa că nu toate punctele se vor înscrie exact pe această curbă, dar toate vor fi grupate în jurul ei. Dacă o determinare este deviată mult de la curbă, aceasta nu se va lua în considerare.

Determinarea concentraţiei pe curbă. Se determină extincţia K, a soluţiei de cercetat, după care se duce pe curba de etalonare, din punctul corespunzător valorii extincţiei aflate, o paralelă la axa orizontală. Această paralelă va intersecta curba de etalonare într-un punct oarecare.

Se coboară din acest punct o perpendiculară pe axa concentraţiilor şi locul în care acestea se vor intersecta reprezintă valoarea concentraţiei soluţiei de cercetat.

Curba de etalonare este valabilă numai pentru filtrul şi grosimea cuvei respective şi se va reface ori de cîte ori se fac alte soluţii sau se schimbă condiţiile de determinare.

Scanned with OKEN Scanner

Întrebări recapitulative

1. Care sînt părţile componente ale fotometrului vizual?
2. Cum se face determinarea concentraţiilor soluţiilor, prin utilizarea de standarde?
3. Cum se face determinarea concentraţiilor soluţiilor cu ajutorul curbei de etalonare?

19.3. ELECTROFOTOMETRE

In metodele colorimetrice şi fotometrice descrise citirea se face vizual. Acest fel de citire este în funcţie de acuitatea vizuală a observatorului, de gradul de oboseală şi de lumina din mediul ambiant, rezultatele citirilor făcute de mai multe persoane nefiind identice. Prin urmare metodele colorimetrice şi fotometrice studiate sînt metode subiective.

Spre deosebire de colorimetrele şi fotometrele vizuale, electrofotometrele utilizează în locul ochiului o celulă fotoelectrică. Fasciculul luminos impresionează această fotocelulă, producînd un curent electric care se măsoară cu ajutorul unui instrument de măsură sensibil.

Această metodă este deci, o metodă obiectivă, deoarece în locul ochiului - care este un organ subiectiv - se folosesc instrumente obiective.

Electrofotometrele funcţionează, deci, pe baza efectului fotoelectric.

Electrofotometrele utilizate în laboratorul de analize medicale sînt echipate cu una, două sau trei fotocelule cu strat de baraj.

19.3.1. Electrofotometre cu fotocelulă

Acest aparat are o construcţie foarte simplă, avînd următoarele părţi componente: sursa de lumină 1, diafragma 2, filtrele spectrale 3, suportul de cuve 4, fotocelula 5 şi instrumentul de măsură 6 (fig.19.9).

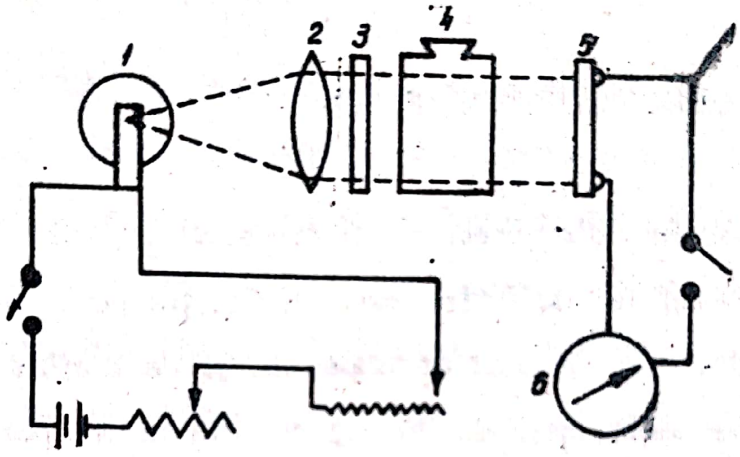


Fig.19.9. Electrofotometru cu o celulă.

a. Sursa de lumină

Electrofotometrele utilizează ca sursă de lumină un bec cu filament punctiform, alimentat cu un curent de 6-12 volţi 15-50 waţi.

Alimentarea se face prin intermediul unui transformator cu stabilizator de tensiune. Stabilizatorul de tensiune este necesar, deoarece variaţia fluxului luminos dat de filament este proporţională cu puterea a treia a variaţiei tensiunii de alimentare.

Pentru a elimina complet aceste variaţii se recomandă ca alimentarea becurilor electrofotometrelor şi spectrofotometrelor să se facă de la un acumulator.

Sursa de lumină este prevăzută cu o oglindă convergentă, pentru a proiecta fluxul de lumină spre proba de examinat. In calea fluxului luminos se găseşte o lentilă convergentă în al cărui focar se află sursa de lumină. În aceste condiţii, fluxul luminos care va străbate soluţia de cercetat va fi compus din raze paralele.

b. Diafragma

Aparatul are o diafragmă lamelară sau dreptunghiulară care reglează fluxul luminos după necesităţi.

c. Filtrele de lumină

Sensibilitatea determinărilor electrofotometrice este mai mare dacă se utilizează lumina monocromatică.

În cazul electrofotometrelor, pentru a se obţine radiaţii monocromatice, se utilizează filtre de lumină.

Aceste filtre absorb toate radiaţiile, lăsînd să treacă numai radiaţiile care au lungimea de undă necesară determinărilor respective.

S-a arătat, la fotometria vizuală, ce caracteristice au filtre. Ele sînt fixate pe un disc ce se roteşte în jurul unui ax, putînd introduce astfel în calea fasciculului luminos filtrul dorit.

Dacă în tehnica de lucru nu se indică felul filtrului, se va alege un filtru de culoare complimentară faţă de culoarea probei.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru ca aceste filtre să nu se degradeze din cauza căldurii degajate de becul electric, între discul cu filtre de lumină şi becul electric se va interpune un filtru caloric.

d. Cuvele

Soluţiile de examinat se introduc în cuve paralelipipedice sau cilindrice. Acestea se introduc în suportul aparatului, prin intermediul căruia soluţia de cercetat ajunge în calea fluxului luminos.

Cuvele paralelipipedice utilizate trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- să fie incolore şi perfect transparente;
- să aibă suprafeţele optice perfect plane şi paralele;
- să nu se dezlipească şi să nu-şi modifice transparenţa, sub acţiunea solvenţilor.

În locul cuvelor paralelipipedice se pot utiliza eprubete cilindrice. Acestea trebuie să fie incolore, transparente, perfect cilindrice. Dacă citirile se fac direct în eprubetele de lucru acestea trebuie să fie de aceeaşi grosime şi diametru şi să aibă aceeaşi transparenţă.

Pentru a se înlătura efectul de lentilă datorit curburii eprubetei, în suportul pentru introducerea eprubetei se va introduce apă distilată.

Încercarea eprubetelor se face introducînd în fiecare dintre ele apă distilată şi determinînd apoi absorbţia datorită pereţilor eprubetei şi apei.

Acul galvanometrului nu trebuie să varieze cu mai mult de $\pm$ 1% atunci cînd eprubeta este rotită cu 360^{o} sau de la o eprubetă la alta.

Eprubetele care nu îndeplinesc aceste condiţii nu pot fi utilizate la măsurători.

e. Fotoelementul (fotocelula)

Fotoelementele utilizate la aceste aparate sînt de obicei fotocelule cu strat de baraj.

Fasciculul de lumină, ajungînd pe suprafaţa fotoelementului, produce un curent electric a cărui intensitate este proporţională cu intensitatea luminii.

f. Instrumentul de măsură

Ca instrument de măsură se utilizează galvanometrele şi microampermetrele.

Galvanometrele utilizate produc devierea acului indicator proporţional cu intensitatea curentului produs de fotocelulă. Ele au o scală gradată de la 0 la 100, pentru măsurarea transparenţei şi o scală gradată de la ∞ la zero, pentru determinarea extincţiei.

Sensibilitatea galvanometrelor este de la 10^{-6} microamperi, pentru o diviziune (1%) a scalei.

Microampermetrele utilizate sînt tot de tipul instrumentelor de măsură producînd devierea acului indicator proporţional cu intensitatea curentului. Sensibilitatea lor trebuie să fie de cel puţin 0,005 microamperi, pentru o diviziune a aparatului.

Gradarea se face atît pentru măsurarea transparenţei, cît şi pentru măsurarea extincţiei.

Un astfel de aparat prezintă avantajul că are o construcţie simplă, se mînuieşte uşor şi are o sensibilitate mare.

Scanned with OKEN Scanner

Aparatul prezintă, însă, şi unele dezavantaje: precizia măsurătorilor este în funcţie de sensibilitatea instrumentului şi de stabilitatea curentului electric.

Un asemenea aparat este electrofotometrul Leitz.

g. Modul de lucru al electrofotometrului

- Se aprinde becul aparatului şi se lasă cel puţin 15 min pentru a se realiza echilibrul termic.

Soluţiile ce urmează a se măsura se pregătesc după aceleaşi metode ca şi la colorimetria vizuală.

- Se alege filtrul prescris de metoda de lucru.

- Se introduce într-o cuvă soluţia de cercetat şi într-o cuvă identică soluţia de lucru.

- Se introduce în aparat soluţia martor şi se reglează intensitatea fluxului luminos, astfel ca acul indicator al instrumentului să fie la diviziunea 100%.

- Se introduce apoi proba de măsurat şi se citeşte indicaţia instrumentului de măsurat, pe scara extincţiilor.

Determinarea concentraţiei se face cu ajutorul curbei de etalonare sau a factorului de pantă.

Curba de etalonare se trasează conform indicaţiilor arătate la fotometrul vizual, măsurînd extincţiile diferitelor etaloane de concentraţie cunoscută. Determinarea concentraţiei se poate face şi prin calcul.

Intensitatea I a curentului electric produs de celula fotoelectrică este proporţională cu intensitatea fluxului luminos F_t care acţionează asupra acesteia:

$$I = K F_t, \qquad (1)$$

în care:

I este intensitatea curentului electric;

K - factor constant;

F_t - intensitatea fluxului luminos ce cade pe celulă.

Dacă se notează cu F_o fluxul luminos înainte de a străbate proba şi cu i_o intensitatea curentului electric produs de celula impresionată de acest flux, cu F_t fluxul luminos care a străbătut proba şi cu i_t intensitatea curentului produs de acest flux, vom avea următoarele relaţii:

$$i_o = K F_o \qquad \text{şi} \qquad i_t = K F_t.$$

Făcînd raportul între aceste relaţii, vom avea:

$$\frac{i_o}{i_t} = \frac{F_o}{F_t} \tag{2}$$

Se ştie că ecuaţia fundamentală a colorimetriei este:

$$E = \log \frac{I_o}{I_t} = \varepsilon C \cdot 1, \tag{3}$$

în care:

E este extincţia;

I_o - intensitatea fluxului incident;

I_t - intensitatea fluxului transmis;

ε - coeficient de proporţionalitate;

C - concentraţia soluţiei;

1 - grosimea stratului.

Înlocuind în (3) pe I_o cu F_o şi pe I_t cu F_t, vom avea:

$$E = \log \frac{F_o}{F_t} = \varepsilon C.1$$

sau:

$$E = \log F_o - \log F_t = \varepsilon C.1$$

Grosimea stratului fiind aceeaşi la toate determinările, vom avea:

$$E = \log F_o - \log F_t = \varepsilon C \qquad (4)$$

Din relaţia (2) se poate scrie în loc de $\frac{F_o}{F_t} = \frac{i_o}{i_t}$.

Înlocuind în (4), vom avea:

$$E = \log i_o - \log i_t = \varepsilon C \qquad (5)$$

Din relaţia (5) se vede că diferenţa logaritmilor intensităţii fotocurenţilor înainte şi după absorbţie este proporţională cu concentraţia substanţei absorbite. Această diferenţă este egală cu extincţia, fiind conformă legii Lambert-Beer.

Această proporţionalitate este valabilă numai în anumite limite. La concentraţii mari, se observă abateri de la această proporţionalitate.

Pentru cazurile în care legea Lambert-Beer este respectată, determinările electrofotometrice vor avea, ca şi la colorimetria vizuală:

$$C = K\ E, \qquad (6)$$

în care:

C este concentraţia;

E - extincţia;

K - factorul de pantă.

Se calculează după metoda arătată la colorimetrie, factorul de pantă (K):

$$K = \frac{C}{E}$$

Acesta fiind constant, se va determina numai cînd se prepară alţi reactivi sau se schimbă condiţiile de lucru. Concentraţia de cercetat se determină înmulţind extincţia E cu factorul de pantă K.

Cu ajutorul electrofotometrelor se pot determina valorile transparenţei.

19.3.2. Electrofotometre cu două fotocelule

Aceste aparate măsoară diferenţa fotocurenţilor ce apar cînd acelaşi flux luminos străbate probe de cercetat şi soluţia martor.

În principiu, un asemenea electrofotometru este compus din următoarele părţi componente (fig.19.10): a) sursa de lumină 1, alimentată dintr-un stabilizator de curent sau acumulator; b) două discuri cu filtre de lumină 2,3, identice, care se găsesc de o parte şi de alta a sursei; c) o diafragmă 4 care poate delimita fasciculul luminos în faţa fiecărui filtru (reglarea diafragmei se face prin rotirea unui tambur gradat în valori de extincţie şi transparenţă); d) în faţa fiecărei diafragme se găseşte cîte o cuvă 5, din care una conţine proba, iar cealaltă martorul; e) fotocelulele 6 (care sînt cu strat de baraj) şi sînt impresionate de fluxul luminos care strabate

cuvele; f) instrumentele de măsură pot fi un galvanometru 7 cu deviaţie proporţională sau un galvanometru de zero.

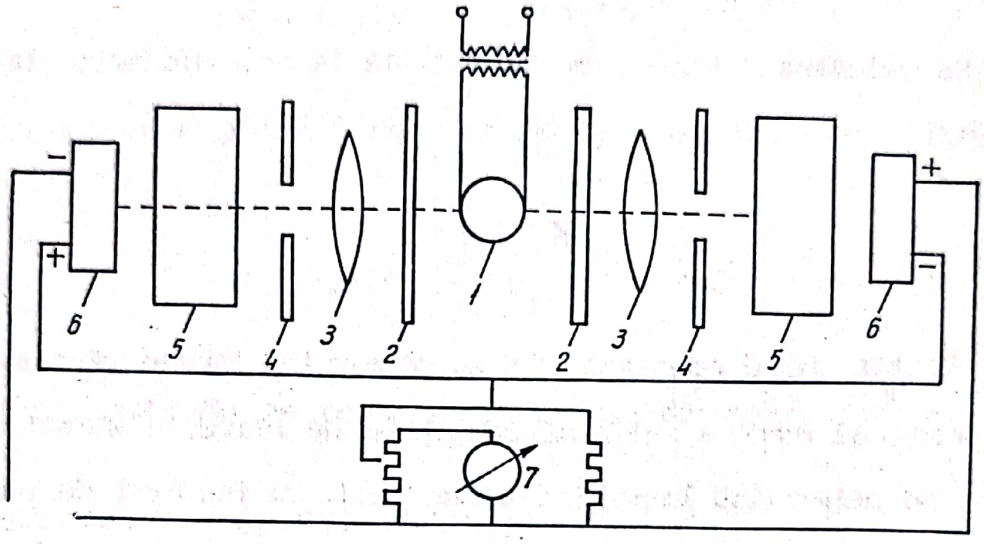


Fig.19.10. Electrofotometru cu două celule.

Electrofotometrul cu două fotocelule se poate utiliza pentru două feluri de măsurători: măsurători diferenţiale şi măsurători prin compensarea curenţilor.

a. Măsurători prin metoda diferenţială

În această metodă se echilibrează cele două fotocelule, astfel că se aduce galvanometrul la zero. În acest caz, se utilizează un galvanometru cu deviaţie proporţională.

Se introduce apoi într-o parte cuva cu soluţia de masurat, şi în cealaltă, cuva cu soluţia martor. În această situaţie, fluxul luminos ce străbate soluţia de cercetat va avea intensitatea mai mică decît cel care străbate martorul, din cauza absorbţiei luminii de către soluţia de măsurat.

Curentul produs de celula fotoelectrică din partea martorului va fi cu atît mai puternic cu cît concentraţia probei va fi mai mare.

Acul galvanometrului va fi deviat proporţional cu intensitatea acestui curent.

Avantajul acestei metode, faţă de aparatul cu o singură fotocelulă, constă în faptul că variaţiile fluxului luminos al sursei de lumină, datorită fluctuaţiilor curentului electric, nu au însemnătate, deoarece ambele fotocelule suportă această variaţie, care în felul acesta se compensează.

b. Metoda compensării curenţilor
sau metoda de zero

În această metodă, se utilizează fie un galvanometru cu deviaţie, fie un galvanometru de zero.

Se echilibrează aparatul, apoi se întroduce proba de cercetat şi martorul. În acest moment, fotocelula din partea martorului va produce un curent mai puternic, stricînd astfel echilibrul galvanometrului.

Pentru a reduce galvanometrul la zero, se procedează în mai multe feluri.

- Echilibrare optică. Compensarea curentului electric, în această metodă, se realizează prin micşorarea diafragmei de partea martorului, pînă cînd se aduce acul indicator al galvanometrului la poziţia zero.

Diatragma este gradată, indicînd extincţia sau transparenţa.

Metoda prezintă dezavantajul că micşorînd diafragma, fotocelula funcţionează numai cu o parte a suprafeţei sensibile şi oboseşte mai repede.

Echilibrarea cu pana optică. În acest caz, fluxul luminos cade pe întreaga suprafaţă a fotocelulelor.

Echilibrarea se realizează întroducînd o pană optică de compensaţie, în faţa fotocelulei din partea martorului. Această pană optică din sticlă absoarbe progresiv fluxul luminos, reducînd astfel intensitatea curentului produs de celula fotoelectrică, pînă cînd acul galvanometrului este adus la poziţia zero. Dispozitivul de acţionare al penei optice are scară de extincţie şi transparenţă.

Echilibrare electrică. Compensarea curentului se face în acest caz introducînd în circuitul celor două fotocelule cîte o rezistenţă electrică variabilă. Mărind rezistenţa electrică din faţa martorului, sau micşorînd-o pe cea din faţa probei, se compensează curentul, aducîndu-se acul galvanometrului la zero. Butonul de acţionare al rezistenţelor este gradat, avînd scară pentru extincţii şi transparenţă. Un asemenea aparat este electrofotometrul Lange.

19.3.3. Electrofotometre cu trei fotocelule

Acest aparat este construit după acelaşi principiu ca şi cel cu două fotocelule.

Cea de-a treia fotocelulă este situată perpendicular pe fluxul luminos care străbate cuva cu soluţia de cercetat (fig. 19.11).

Aceasta se utilizează în cazul în care se fac determinări turbidimetrice. Un asemenea aparat este electrofotometrul Jouan.

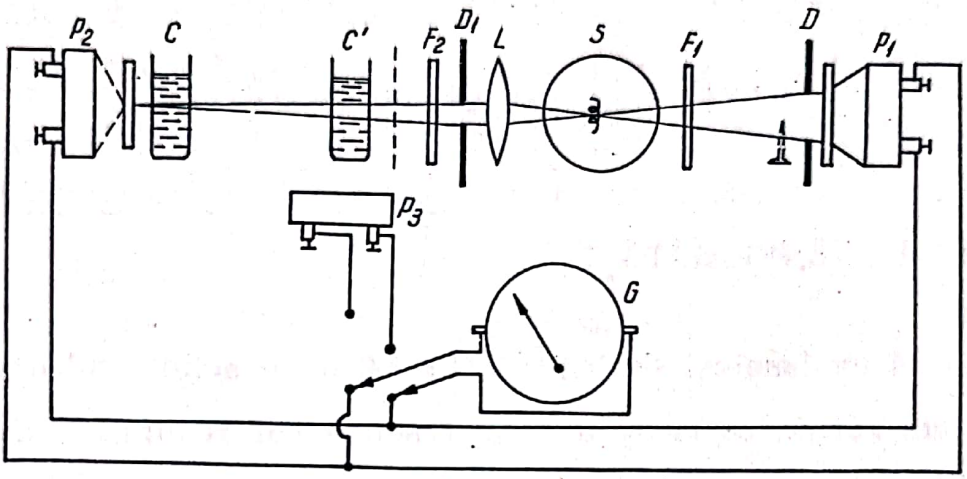


Fig.19.11. Electrofotometru cu trei celule:
S-sursa de lumină; F_1, F_2-filtre; D, D_1-diafragme;
C, C'-cuve; P_1, P_2, P_3-fotocelule; G-galvanometru.

Întrebări recapitulative

1. Avantajele electrofotometrului, asupra fotometrului vizual.
2. Care sînt elementele componente ale electrofotometrului cu o celulă?
3. Care sînt elementele componente ale electrofotometrului cu două celule?
4. În cîte moduri se poate realiza echilibrarea curenţilor la electrofotometrul cu două celule?
5. Cînd se utilizează electrofotometrul cu trei celule?

Scanned with OKEN Scanner

20. NEFELOMETRIA ŞI TURBIDIMETRIA

20.1. GENERALITĂŢI

Dacă un fascicul de lumină F străbate o soluţie tulbure, atunci o parte din razele ce compun acest fascicul vor fi difuzate de particulele din suspensie (F_d), o altă parte vor fi absorbite de suspensia respectivă (F_a) şi o parte vor străbate această suspensie (F_t).

Fasciculul de lumină (F_d) difuzat de particulele în suspensie perpendicular pe direcţia de propagare se măsoară nefelometric. Fasciculul de lumină (F_t) care străbate această suspensie se măsoară turbidimetric (fig. 20.1).

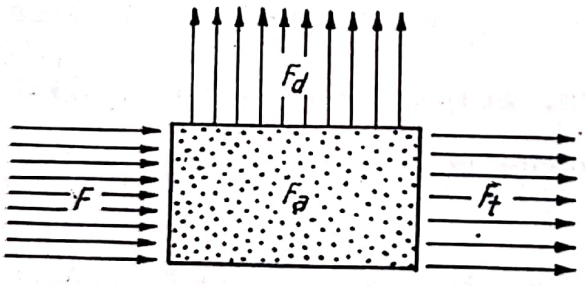


Fig. 20.1. Difuziunea şi absorbţia luminii în soluţiile tulburi.

În nefelometrie, difuzarea luminii de către particulele în suspensie se face conform ecuaţiei lui Rayleigh:

$$F_d = F_A K \frac{NV^2}{\lambda 4}, \qquad (1)$$

în care:

F_d este lumina difuzată;
F_A - lumina incidentă;
N - numărul total de particule;
V - volumul particulei;
λ - lungimea de undă a luminii incidente;
K - factor de proporţionalitate.

Din relaţia (1) rezultă că lumina difuzată este proporţională cu numărul şi volumul particulelor, adică cu concentraţia substanţei şi invers proporţională cu lungimea de undă a luminii incidente.

În turbidimetrie, intensitatea fluxului luminii transmise se determină conform legii Lambert-Beer, ca şi în cazul colorimetriei uzuale:

$$F_t = F_A \, 10^{-Kcl},$$

în care:

F_A este intensitatea luminii incidente;

F_t - intensitatea luminii transmise;

l - grosimea stratului soluţiei;

c - concentraţia particulelor în suspensie;

K - coeficientul molar de turbiditate.

Determinările nefelometrice şi turbidimetrice trebuie să respecte următoarele condiţii:

- Suspensiile să fie insolubile.
- Particulele să aibă aceeaşi mărime şi să fie stabile
- pH-ul soluţiei să fie constant.
- Reactivii să se adauge în aceeaşi ordine.
- Viteza de amestecare a reactivilor să fie constantă.
- Temperatura de lucru să fie constantă.

Şi în metodele nefelometrice se folosesc etaloane ca şi în cazul metodei colorimetrice. Etaloanele folosite în nefelometrice şi turbidimetrie sînt mai puţin stabile şi trebuie preparate la fiecare determinare. Din acest motiv, s-a căutat să se utilizeze etaloane imitatoare din sticlă mată.

Determinarea concentraţiilor acestor soluţii se face prin metoda egalării în aparate numite nefelometre şi turbidimetre.

Scanned with OKEN Scanner

20.2. APARATURA UTILIZATĂ

a. Comparatoare

Pentru determinările nefelometrice şi turbidimetrice se pot utiliza comparatoarele simple din colorimetrie.

În cazul determinării nefelometrice, observaţia se face privind perpendicular pe direcţia fluxului luminos.

În cazul determinărilor turbidimetrice, observaţia se face privind în direcţia fluxului luminos.

b. Turbidimetre.

Pentru turbidimetrie, se folosesc colorimetrele şi fotometrele uzuale, cu singura deosebire că lumina incidentă trebuie să fie mai puternică, pentru a avea o lumină satisfăcătoare după absorbţia fasciculului luminos în cuvă.

c. Nefelometrele

Nefelometrele sînt colorimetre sau fotometre obişnuite cărora li s-a adăugat un dispozitiv special, care permite citirea luminii difuzate de particulele în suspensie.

Fotometru I.O.R. dispune şi de un dispozitiv de turbulenţă care se adaptează fotometrului uzual, care permite efectuarea la acest aparat şi a determinării nefelometrice.

Scanned with OKEN Scanner

Întrebări recapitulative

1. Pe ce principii se bazează determinările nefelometrice şi turbidimetrice?
2. Ce aparatură se utilizează?
3. Ce condiţii trebuie să respecte determinările nefelometrice şi turbidimetrice?

Scanned with OKEN Scanner

21. REFRACTOMETRIA

21.1. GENERALITĂŢI

Refractometria se bazează pe determinarea indicelui de refracţie al substanţei de analizat.

Dacă o rază de lumină trece dintr-un mediu mai puţin dens într-un mediu mai dens, direcţia ei se schimbă, apropiindu-se de normală. Acest fenomen se numeşte refracţie.

Raportul dintre sinusul unghiului de incidenţă şi a celui de refracţie se numeşte indice de refracţie:

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

Unghiul de incidenţă, pentru care unghiul de refracţie este 90^{o}, se numeşte unghi limită. Dacă unghiul de incidenţă este mai mare decît unghiul limită, se produce fenomenul reflexiei totale. Raza incidentă se va întoarce în acelaşi mediu.

Măsurarea unghiului limită se foloseşte pentru determinarea indicelui de refracţie. Valoarea indicelui de refracţie va fi:

$$n = \frac{1}{\sin i}$$

Indicele de refracţie depinde de mai mulţi factori:

a) Este în raport invers proporţional cu lungimea de undă a luminii incidente. Cu cît lungimea de undă creşte, cu atît indicele de refracţie scade.

Din acest motiv, determinarea se face în lumină monocromatică, notîndu-se lungimea de undă în care s-a făcut determinarea.

De obicei indicele de refracţie se determină la lungimile de undă indicate în tabela 21.

Tabela 21

Lungimile de undă utilizate în refractometrie

Notaţia	Lungimea de undă	Linii
N_D	D = 589 nm	linia D, galbenă a sodiului
N_C	C = 656 nm	linia C, roşie a hidrogenului
N_F	F = 486 nm	linia F, indigo a hidrogenului
N_G	G = 434 nm	linia G, violetă a hidrogenului

De obicei se determină N_D în lumina monocromată galbenă a lămpii de sodiu.

b) Indicele de refracţie variază invers proporţional cu temperatura.

Exemplu: indicele de refracţie al apei la $15^oC = N_D^{15} = 133339$, la $20^oC = N_D^{20} = 133300$, iar la $25^oC - N_D^{25} = 133252$.

Din acest motiv, determinarea indicelui de refracţie se face la aceeaşi temperatură.

Refractometrele cele mai utilizate sînt: refractometrul Abbé şi refractometrul cu imersie.

21.2. Refractometrul Abbé

Descrierea aparatului. Refractometrul Abbé (fig. 21.1) are următoarele părţi componente.

- Prisma pentru reflexia totală a luminii, formată din două jumătăţi, între care se introduce substanţa de analizat.

- Tamburul de rotire al prismei. Acesta roteşte prisma astfel ca să se producă micşorarea unghiului de incidenţă, pînă la valoarea unghiului limită.

Odată cu tamburul şi cu prisma se deplasează şi un ocular în faţa unei scale gradate, putînd astfel citi unghiul de rotaţie al prismei. Pe această scală poate fi trecută direct valoarea indicelui de refracţie.

Oglinda aparatului se află la partea inferioară a prismei şi are rolul de a trimite un fascicul de lumină spre prismă. Prin ocularul situat deasupra prismei, ajunge la ochiul observatorului fasciculul luminos ce străbate prisma cu materialul de cercetat. Cînd unghiul de incidenţă ajunge la valoarea limită, se produce reflexia totală, ocularul întunecîndu-se. Pentru a determina cu precizie unghiul limită, ocularul are o reţea compusă din două fire perpendiculare. În ocular se observă net linia de demarcaţie dintre zona luminoasă şi cea întunecată, care reprezintă unghiul limită (fig. 21.2).

Scanned with OKEN Scanner

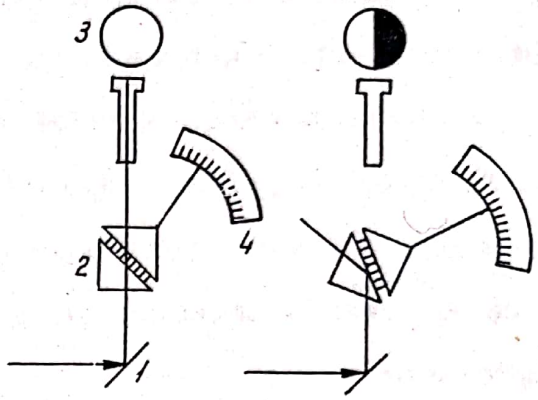


Fig. 21.2. Schema mersului razelor în refractometru: 1-oglindă; 2-prismă; 3-ocular; 4- scala refractometrului.

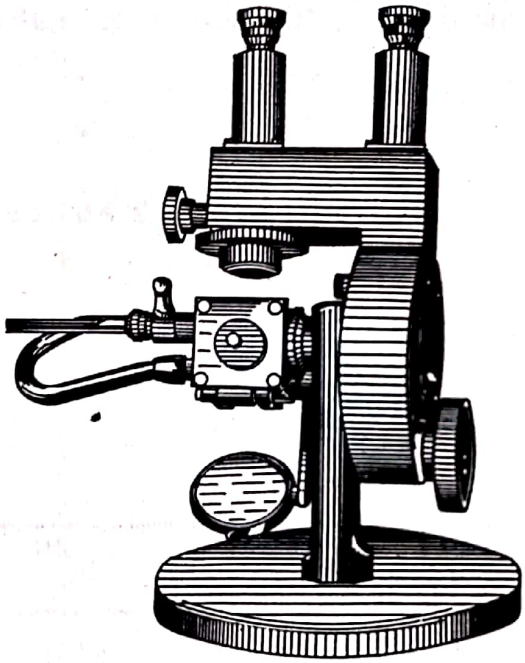


Fig. 21.1. Refractometru Abbé.

Această linie se aduce la intersecţia celor două fire şi apoi se citeşte gradaţia de pe scala indicilor de refracţie.

Pentru menţinerea temperaturii la o valoare constantă, în montura prismelor circulă apa încălzită trimisă în aparat de un ultratermostat Höppler. Temperatura se controlează cu un termometru introdus în montura prismei.

Pentru determinarea indicelui de refracţie, se deschid cele două prisme şi se depune pe suprafaţa prismei inferioare o picătură de lichid de cercetat. Se suprapun apoi prismele şi se roteşte tamburul, pînă cînd linia de demarcaţie dintre zona luminoasă şi cea întunecată ajunge în ocular.

În acest moment, se citeşte valoarea indicelui de refracţie pe scală. După terminarea determinării, prisma se curăţă cu alcool, eter.

Scanned with OKEN Scanner

Reglarea refractometrului se face în felul următor: se introduce în aparat o substanţă cu indice de refracţie cunoscut. Se roteşte tamburul exact la valoarea indicelui de refracţie al substanţei respective. Se priveşte apoi în ocular şi, în cazul în care limita de separaţie a zonei întunecoase nu se găseşte la intersecţia firelor, se face ajutorarea necesară cu ajutorul unei cheiţe speciale, din trusa aparatului.

Ca substanţă de referinţă se utilizează, de cele mai multe ori substanţele din tabela 22.

Tabela 22

Tabela cu indicii de refracţie, la 20°C ale unor substanţe de etalonare

Lichidul	N^{20}	Lichidul	N^{20}
Toluen	1,49693	Acetonă	1,3592
Apă	1,3330	Clorbenzen	1,5250
Benzen	1,5017	1-Brom-naftalină	1,6580

Corecţia la diferite temperaturi se poate face cu apă distilată, ai cărei indici de refracţie sînt redaţi în tabela 23.

În laboratorul de analize medicale, metoda refractometrică se utilizează pentru determinarea cantităţii de substanţe proteice în serul sanguin.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 23

Variaţia indicilor de refracţie ai apei la diferite temperaturi

Grade Celsius	N	Grade Celsius	N
10	1,3337	21	1,.33291
11	1,33364	22	1,33282
12	1,33358	23	1,33272
13	1,33352	24	1,33262
14	1,33346	25	1,33252
15	1,33339	26	1,33242
16	1,33331	27	1,33231
17	l,33324	28	1,33220
18	1,33316	29	1,33208
19	1,33308	30	1,33196
20	1,33300		

Determinarea se face după metoda arătată. Transformarea gradelor refractometrice în valori ale concentraţiilor proteinelor se face după tabela 24.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 24

Transformarea indicilor de refracţie în procent de proteine

Indice de refracţie	Proteine serice %	Exsudate Transsudate proteine g %	Indice de refracţie	Proteine serice g %	Exsudate Transsudate proteine g %
1,33705	0,63	0,77	1,34575	5,68	5,50
1,33743	0,86	0,97	1,34612	5,90	5,70
1,33781	1,08	1,18	1,34650	6,12	5,90
1,33820	1,30	1,38	1,34687	6,34	6,11
1,33858	1,52	1,59	1,34724	6,55	6,31
1,33896	1,74	1,70	1,34761	6,77	6,51
1,33934	1,96	2,01	1,34836	7,20	6,91
1,33972	2,18	2,21	1,34873	7,42	7,12
1,34010	2,40	2,42	1,34910	7,69	7,32
1,34048	2,62	2,62	1,34947	7,85	7,52
1,34086	2,84	2,83	1,34984	8,06	7,72
1,34124	3,06	3,04	1,35021	8,29	7,92
1,34162	3,28	3,24	1,35058	8,49	8,12
1,34199	3,50	3,45	1,35095	8,71	8,32
1,34237	3,72	3,65	1,35132	8,92	8,52
1,34275	3,94	3,86	1,35169	9,14	8,72
1.34313	4,16	4,07	1,35205	9,35	8,92
1,34350	4,38	4,27	1,35242	9,57	9,12
1,34388	4,60	4,48	1,35279	9,78	9,32
1,34326	4,81	4,68	1,35316	9,99	9,52
1,34463	5,03	4,89	1,35352	10,20	9,72
1,34500	5,25	5,10	1,35388	10,41	9,91
1,34537	5,47	5,30			

Scanned with OKEN Scanner

Întrebări recapitulative

1. Ce este indicele de refracţie?
2. Cum se poate măsura indicele de refracţie?
3. Descrierea refractometrului şi a modului de utilizare.
4. Aplicaţii ale refractometriei în laborator.

Scanned with OKEN Scanner

22. POLARIMETRIA

22.1. GENERALITĂŢI

S-a arătat că lumina are un caracter ondulatoriu, oscilaţiile undelor luminoase producîndu-se perpendicular pe direcţia de propagare.

Raza de lumină vibrează într-o infinitate de planuri perpendiculare pe această direcţie.

Lumina polarizată se caracterizează prin faptul că vibraţiile se fac într-un singur plan.

Nicolul este un dispozitiv de polarizare, format dintr-un cristal birefringent secţionat în două bucăţi, care se lipesc apoi cu balsam de Canada.

Secţiunea este astfel făcută încît raza extraordinară să străbată cele două părţi ale cristalului, iar cea ordinară să fie absorbită la nivelul planului de separaţie a secţiunii. La ieşirea din prismă se obţine o singură rază polarizată, cea extraordinară.

Dacă în calea acestor raze polarizate se aşază un al doilea nicol identic cu primul, raza de lumină îl va străbate pe cel de-al doilea în cazul cînd secţiunile celor doi nicoli sînt paralele. Dacă acestea sînt perpendiculare, raza de lumină va fi stinsă. Primul nicol se numeşte nicol polarizator, iar cel de-al doilea, nicol analizor.

Scanned with OKEN Scanner

Polarimetrul este compus dintr-un nicol polarizor şi un nicol analizor între care se introduce cuva cu substanţa de analizat.

Cuva este un tub închis cu două lame transparente, plan paralele, în care se introduce lichidul de cercetat, astfel ca să nu între bule de aer. Cei doi nicoli se aşază în poziţie de extincţie. Cînd se introduce tubul cu substanţa optic activă, privind prin analizor, va apărea lumina. Ca să se obţină iar extincţie, se va roti analizorul la dreapta sau la stînga.

22.2. Polarimetrul cu filtre de polarizare

Deoarece nicolii sînt costisitori, se fabrică analizori şi polarizori cu filtre de polarizare.

Acestea sînt plăci de sticlă, pe care s-au depus combinaţii organice de iod, care produc polarizarea luminii.

Un asemenea polarimetru este polarimetrul Zeiss care se utilizează în laboratoarele de analize (fig. 22.1).

Acesta are următoarele părţi componente:

- Stativul pe care se fixează aparatul propriu-zis şi sursa de lumină.

- Sursa de lumină, care poate fi un bec electric obişnuit sau o lampă spectrală de sodiu.

- Polarimetrul propriu-zis care se compune din polarizor, analizor, locaşul tubului şi tubul pentru introducerea probei.

- Polarizorul este format dintr-un filtru de polarizare care determină polarizarea fasciculului luminos ce intră prin pupila distală a aparatului. Fasciculul polarizat străbate o placă Laurent care împarte cîmpul în trei zone.

Scanned with OKEN Scanner

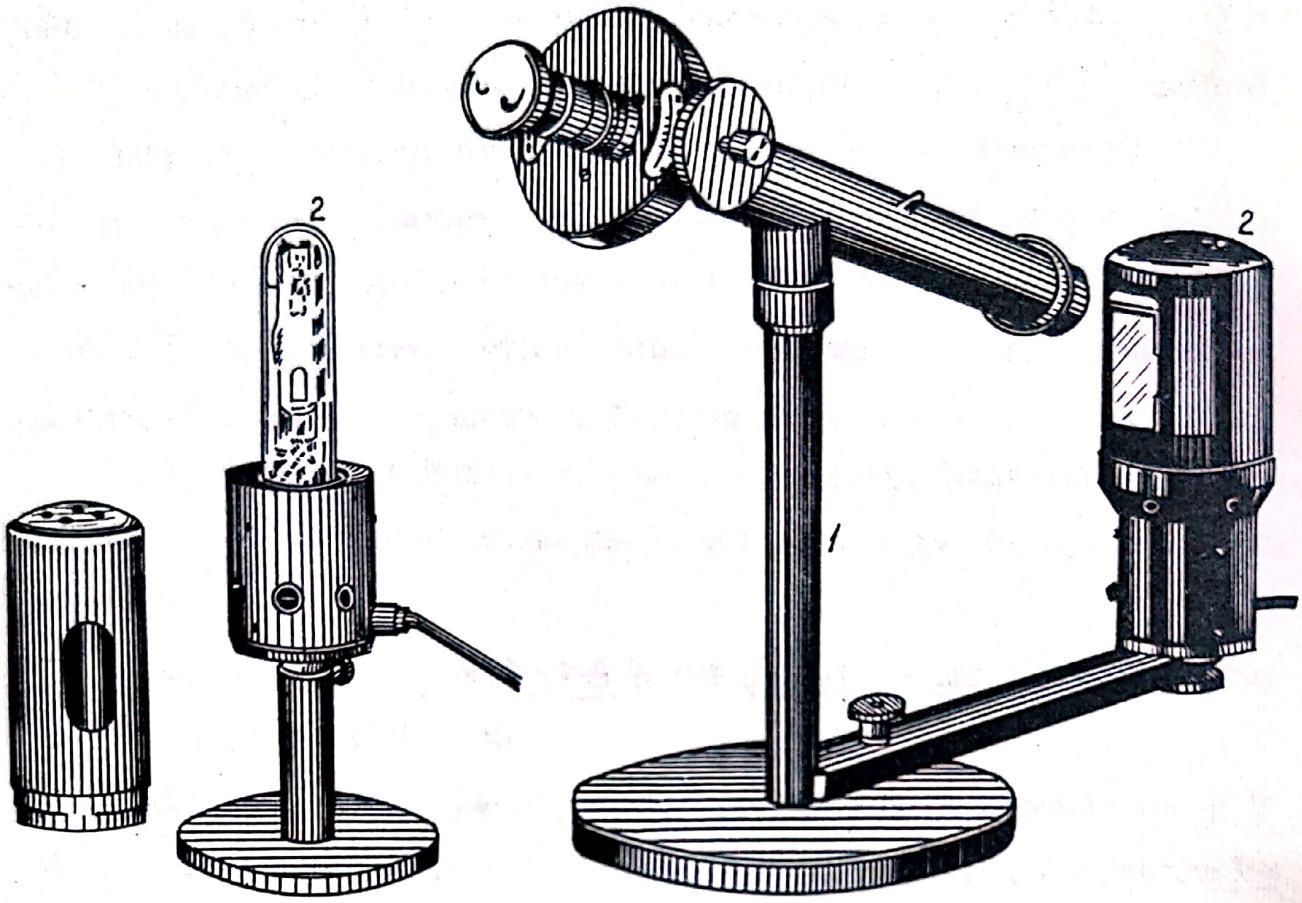


Fig. 22.1. Polarimetru Zeiss:
1- polarimetru instalat; 2- lampa de sodiu.

- Analizorul cuprinde un filtru analizor şi un obiectiv prin care se poate privi cîmpul polarimetrului. Analizorul se roteşte la dreapta sau la stînga, cu ajutorul unui tambur lateral care, prin intermediul unui şurub fără sfîrşit, roteşte filtrul analizor şi, împreună cu acesta, şi un disc gradat de la 0 pînă la 180^{o} pe fiecare semicerc. Carcasa în care se roteşte acest disc are două ferestruici prin care se face citirea gradaţiilor. Discul gradat se roteşte în jurul unui vernier, care este gradat de la 0 la 10. Pentru citirea diviziunilor, pe rama ocularului, sînt două mici lupe. Se citeşte diviziunea de pe disc, corespunzătoare punctului zero de pe vernier. Dacă

aceste diviziuni nu se suprapun exact, se mai adaugă o zecimală care este egală cu cifra de pe vernier care se suprapune exact peste o diviziune a scalei (fig. 22.2)

- Tubul polarimetrului este un tub de porţelan, care are două capace ce se închid prin înşurubare. Aceste capace au două lame de sticlă optică, care sînt paralele. Se deşurubează unul din capace şi se introduce lichidul de cercetat fără ca să pătrundă aer în aparat. Aparatul se reglează aducînd punctul zero de pe scală în dreptul celui corespunzător de pe vernier. În această situaţie, cîmpul polarimetrului este împărţit în trei zone, egal luminate (fig. 22.3).

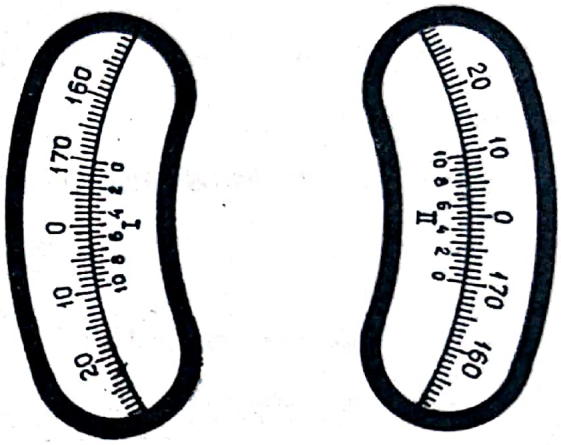


Fig. 22.2. Scala polarimetrului.

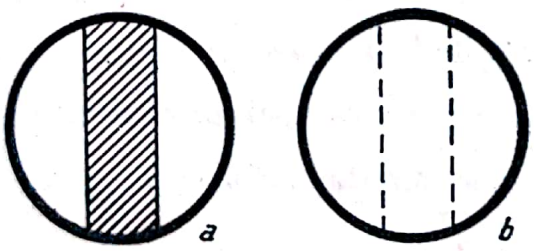


Fig. 22.3. Cîmpul luminos al polarimetrului:
1- înainte de echilibrare;
2- după echilibrare.

Introducîndu-se tubul cu substanţa de cercetat, planul luminii polarizate se roteşte, iar zona mijlocie este întunecată. Se roteşte tamburul lateral, pînă cînd cele trei zone se ilumineză egal. În acest moment, se citeşte pe scala aparatului şi pe vernier unghiul cu care a fost deviat planul luminii polarizate.

Mărimea unghiului cu care s-a rotit analizorul indică puterea rotatorie specifică a produsului de analizat.

Scanned with OKEN Scanner

Puterea rotatorie depinde de natura şi de concentraţia substanţei, a dizolvantului (pentru substanţe solide), de lungimea tubului (grosimea stratului de soluţie), de temperatură şi de lungimea de undă a razei de lumină ce trece prin soluţie.

Puterea rotatorie specifică se determină după următoarele relaţii:

- pentru substanţe în soluţie:

$$[\alpha]_D^{25^o} = \frac{100 \cdot \alpha}{\ell \cdot c}$$

- pentru lichide pure:

$$[\alpha]_D^{25^o} = \frac{\alpha}{\ell \cdot d}$$

în care:

α este puterea rotatorie citită (unghiul de deviaţie);

l - lungimea stratului de lichid, în dm;

d - densitatea substanţei;

c - concentraţia substanţei în g la 100 ml.

Metoda polarimetrică se foloseşte în laboratorul medico-sanitar pentru dozarea glucozei din urină sau la analiza băuturilor.

Întrebări recapitulative

1. Ce este lumina polarizată?
2. Cum se măsoară planul de deviere a luminii polarizate?
3. Cum este alcătuit un polarimetru?
4. Aplicaţiile polarimetriei în laborator.

Scanned with OKEN Scanner

23. ANALIZA SPECTRALĂ

23.1. GENERALITĂŢI

Spectroscopia se ocupă cu studiul şi măsurarea spectrelor.

Spectrele sînt radiaţii electromagnetice cuprinse între 0,001 Å şi 6 000 km.

În cadrul acestor radiaţii electromagnetice domeniul spectrului optic este foarte restrîns.

Între 10 şi 200 nanometri este domeniul razelor ultraviolete scurte. Deoarece acestea se absorb în aer, studierea lor se face în vid.

Între 200 şi 400 nanometri, este domeniul razelor ultraviolete actinice. Acestea pot impresiona placa fotografică şi se pot, deci, studia prin fotografiere. Avînd în vedere că aceste radiaţii sînt absorbite de sticlă, pentru studierea lor se utilizează lentile şi prisme din cuarţ sau fluorină (CaF_2).

Între 400 şi 750 nm se situează domeniul vizibil al spectrului care se studiază cu ajutorul lentilelor şi prismelor din sticlă.

Între 750 şi 25 000 nm este domeniul radiaţiilor infraroşii apropiate. Acestea se studiază cu ajutorul prismelor din sare gemă şi bromură de potasiu.

Între 25 micrometri şi 0,1 milimetri este domeniul radiaţiilor infraroşii îndepărtate care sînt absorbite de vaporii de apă.

Scanned with OKEN Scanner

Radiaţiile iau naştere datorită trecerii atomilor sau moleculelor de la un nivel energetic superior la alt nivel mai inferior.

În concepţia actuală, se ştie că atomul are o structură corpusculară discontinuă, fiind compus din mai multe feluri de particule materiale. Unele din acestea, ca protonul şi neutronul alcătuiesc sîmburele central sau nucleul atomului, iar altele, numite electroni, se învîrtesc în jurul axei lor şi în jurul nucleului atomic, pe orbite fixe.

Electronii formează în jurul nucleului atomului un număr de şapte straturi energetice. Datorită vitezei de deplasare a electronilor, de peste 20 000 km/s, în jurul nucleului ia naştere un cîmp de electricitate negativă.

Stabilitatea electronilor pe orbită se datoreşte atracţiei exercitate de nucleul atomului care este încărcat cu electricitate pozitivă.

Straturile mai apropiate au nivele energetice mai mici, iar electronii de pe aceste orbite sînt atraşi mai puternic de nucleul atomului, fiind deci mai stabili.

Straturile mai îndepărtate au un nivel energetic mai ridicat, iar electronii care se mişcă pe acestea sînt atraşi cu o forţă mai mică, fiind deci, mai puţin stabili pe orbitele lor.

Straturile energetice pe care se deplasează electronii sînt notate în ordinea depărtării faţă de nucleu, astfel:

K L M N O P Q

1 2 3 4 5 6 7

Pe fiecare strat se află un anumit număr de electroni, caracteristic pentru fiecare atom. Ultimul strat se numeşte strat de valenţă, iar electronii de pe acest strat se numesc electroni de

Scanned with OKEN Scanner

valenţă. Datorită instabilităţii acestora, se petrec reacţiile chimice.

Dacă un nucleu, situat pe un nivel energetic superior, trece pe un strat cu un nivel energetic inferior, se produce o pierdere de energie, manifestată prin apariţia unei radiaţii sau a mai multor radiaţii electromagnetice.

Aceste radiaţii alcătuiesc spectrul atomului sau al moleculei respective şi sînt caracteristice pentru fiecare atom sau substanţă.

Dacă tranziţiile electronilor se produc pe orbitele periferice, atunci iau naştere radiaţiile din domeniul infraroşu, vizibil şi ultraviolet.

Dacă tranziţiile electronilor se fac pe orbite mai apropiate, iau naştere radiaţiile cu lungimi de undă mai mici.

S-a arătat că nucleul conţine sarcini pozitive care neutralizează sarcinile negative ale electronilor. Nucleul este alcătuit dintr-un număr de particule cu sarcină pozitivă numiţi protoni şi un număr de particule electrice, numite neutroni. Protonii şi neutronii alcătuiesc nucleonii.

Numărul protonilor reprezintă numărul de ordine al elementului din tabela lui Mendeleev. Numărul protonilor este egal cu numărul electronilor de pe orbite.

Suma nucleonilor reprezintă numărul de masă al atomului.

Dacă un atom pierde un electron de pe orbita sa periferică, are o sarcină negativă mai puţin, deci va fi încărcat cu electricitate pozitivă.

Dacă un atom primeşte pe orbita sa periferică un electron, va avea o sarcină negativă în plus şi va fi, deci, încărcat cu electricitate negativă.

Scanned with OKEN Scanner

Atomii încărcaţi cu electricitate se numesc ioni.

Din cele arătate reiese deci că, radiaţiile luminoase iau naştere prin tranziţiile atomului sau moleculei de la un nivel energetic inferior.

Spectrul radiaţiilor se obţine prin descompunerea acestora cu ajutorul aparatelor speciale. Dacă spectrul cuprinde radiaţii de o singură lungime de undă, acestea se numesc radiaţii monocromatice. Radiaţiile monocromatice nu mai pot fi dispersate.

Dacă spectrul este compus din radiaţii cu mai multe lungimi de undă, acesta se poate descompune în radiaţiile din care este format. Radiaţiile obţinute sînt radiaţiile monocromatice.

Spectrele de emisie pot fi continue, adică să conţină o serie de radiaţii care să cuprindă toate frecvenţele dintr-un interval. Dacă nu cuprind toate frecvenţele dintr-un interval, spectrele sînt discontinue.

Un spectru continuu prezintă lumina albă; corpurile solide, aduse la incandescenţă, prezintă spectre discontinue.

Spectrele atomice sînt spectre discontinue, radiaţiile respective grupîndu-se în anumite zone ale spectrului. Frecvenţele acestor radiaţii acoperă zone înguste de frecvenţe, numite linii spectrale.

Spectrele moleculare cuprind benzi de radiaţii compuse din una sau mai multe linii spectrale, care pot să fie continue sau pot să fie discontinue, dar foarte apropiate. Acestea sînt spectre de bandă.

Dacă în calea unei surse care emite un spectru continuu se întrepune un mediu solid, lichid sau gazos, se observă că substanţa respectivă este transparentă pentru anumite frecvenţe, iar altele sînt absorbite. Un astfel de spectru, din care au fost absorbite anumite frecvenţe, se numeşte spectru de absorbţie.

Scanned with OKEN Scanner

S-a constatat că substanţele absorb aceleaşi linii spectrale pe care le emit dacă sînt excitate termic.

Prin urmare, atît spectrele de emisie cît şi cele de absorbţie pot fi utilizate pentru identificarea elementelor şi a corpurilor chimice. Intensitatea liniilor sau a benzilor spectrale permite determinarea concentraţiei substanţei respective.

Deci, prin analiza spectrală se pot identifica substanţele chimice şi concentraţiile lor.

Metoda analizei spectrale este mai sensibilă şi mai rapidă decît analizele fizico-chimice obişnuite.

Precizia determinărilor spectrale este mult mai mare la concentraţii mici. Astfel în cazul concentraţiilor mari de ordinul procentelor şi zecimilor de procente, precizia metodei spectrale este mai mică decît a metodelor fizico-chimice.

În cazul concentraţiilor medii, de ordinul zecimilor şi sutimilor de procente, metoda spectrală are aproximativ aceeaşi precizie ca şi cele fizico-chimice.

În cadrul concentraţiilor mici, precizia metodei spectrale este superioară oricăror alte metode.

Metoda analizei spectrale mai prezintă avantajul că spectrele se pot înregistra fotografic, avînd astfel un document obiectiv la dispoziţie.

Această metodă prezintă, însă, dezavantajul că necesită o aparatură voluminoasă şi complicată care, pe lîngă faptul că este foarte costisitoare, nu poate fi utilizată decît de tehnicieni cu cunoştinţe avensate de optică, electronică, fizică şi chimie.

Scanned with OKEN Scanner

23.2. METODELE ANALIZEI SPECTRALE

După natura spectrului, metodele de analiză spectrală sînt de trei feluri:

- Analiza spectrală a radiaţiilor emise
- Analiza spectrală a radiaţiilor absorbite
- Analiza spectrală a spectrelor de difuziune

Fiecare metodă utilizează o aparatură anumită: aparate spectrale de emisie, de absorbţie şi de difuziune.

După modul în care se face observarea, aceste aparate pot fi de mai multe feluri:

- spectroscoape - dacă observaţia se face vizual;
- spectrografe - dacă înregistrarea spectrelor se face prin fotografiere;
- spectrofotometre - dacă intensitatea liniilor spectrale se măsoară fotometric.

23.3. APARATE PENTRU ANALIZA SPECTRALĂ

23.3.1. Spectroscopul

Cel mai simplu aparat de analiză spectrală este spectroscopul. Acesta se utilizează pentru analiza vizuală a spectrelor.

Un spectroscop este constituit din următoarele părţi: prisma pentru dispersia luminii, colimatorul cu fanta de intrare, ocularul pentru observarea spectrelor şi tubul care proiectează scala de măsură a spectrelor (fig. 23.1).

Scanned with OKEN Scanner

Prisma are unghiul refringent de 60^{o} şi este aşezată în aparat la unghiul de deviaţie minimă. Prisma are o poziţie fixă faţă de celelalte elemente componente.

În faţa colimatorului se găseşte sursa de lumină care este un bec electric de tungsten ce emite un spectru vizibil continuu. Între sursa de lumină şi colimator se aşază proba de cercetat. Luneta colimatorului are o fantă reglabilă şi un sistem convergent de lentile cu focarul la nivelul fantei de intrare. Acest sistem convergent trimite un fascicul paralel cu raze spre prismă.

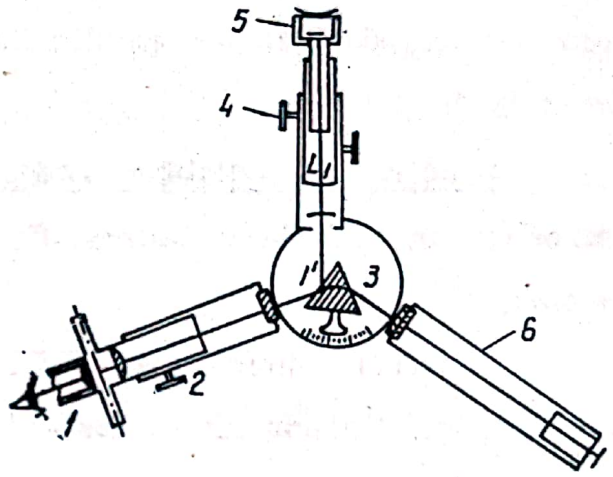


Fig.23.1. Spectroscop:
1-ocular; 2- luneta ocularului;
3- prismă; 4- colimator; 5-suportul probei de analizat; 6-luneta proiectoare a scării spectrale.

Cea de-a doua lunetă cuprinde o scală gradată între 400 şi 800 nanometri. Această scală este proiectată pe faţa a doua a prismei şi imaginea ei este trimisă prin reflexie totală în ocular, suprapunîndu-se peste cea a spectrului, observînd astfel, în acelaşi timp, atît spectrul cît şi scala gradată. Dacă în locul ochiului, este instalat un aparat fotografic, se poate fotografia spectrul obţinut, în acest caz, aparatul fiind spectograf. Spectografele utilizează prisma din cuarţ cristalin de tipul prismei Cornu, pentru a elimina fenomenul de dedublare a imaginii..

Scanned with OKEN Scanner

În laboratorul de analize medicale, spectroscopia se utilizează pentru a se pune în evidenţă prezenţa sîngelui în diferite produse precum şi diferiţi derivaţi de hemoglobină.

Spectrul oxihemoglobinei. Dacă în faţa fantei spectroscopului se aşază o eprubetă cu sînge arterial foarte dialuat, în spectru se vor observa două benzi negre: una în apropierea liniei D la lungimea de undă de 576 nm şi alta în apropierea liniei E, la lungimea de undă de 541 nm.

Spectrul hemoglobinei reduse. Dacă în eprubeta cu sînge se introduce un reducător (hidrosulfit de sodiu), se obţine hemoglobina redusă.

Spectrul hemoglobinei reduse prezintă o singură bandă neagră mai lată, banda lui Stokes, al cărui maximum este la lungimea de undă de 556 nm.

Spectrul carboxihemoglobinei. Carboxihemoglobina este o combinaţie stabilă a hemoglobinei care are un spectru asemănător cu cel al oxihemoglobinei prezentînd şi acesta tot două benzi de absorbţie.

Spre deosebire de oxihemoglobină, după reducere, cele două benzi se menţin una la lungimea de undă de 568 nm şi alta la 539 nm.

În felul acesta, se poate face diagnosticul spectroscopic al intoxicaţiei cu oxid de carbon.

23.3.2. Fotometrul cu flacără

Fotometrul cu flacără este un spectrofotometru de emisie, care măsoară spectrele emise de cationii din sînge şi produsele biologice, atunci cînd aceştia sînt excitaţi termic.

Scanned with OKEN Scanner

Serul sanguin sau produsele biologice de cercetat se diluează cu apă distilată şi se pulverizează, în aparat, cu ajutorul unui curent de aer.

Aerosolii produşi se amestecă cu un gaz carburant (acetilenă, propan sau gaz metan) şi se ard într-un bec special, luînd naştere spectrele de emisie caracteristice fiecărui element. Radiaţiile emise se selecţionează cu ajutorul unor filtre interferenţiale. După trecerea prin filtre, fluxul luminos este condus către o celulă fotoelectrică, luînd naştere un curent electric a cărui intensitate este proporţională cu intensitatea fluxului luminos.

Intensitatea acestui curent se măsoară cu ajutorul unui galvanometru.

a. Fotometrul cu flacăra Zeiss

Aparatul (fig.23.2) este realizat în două variante:

- pentru acetilenă - aer.
- pentru gaz de iluminat - aer.

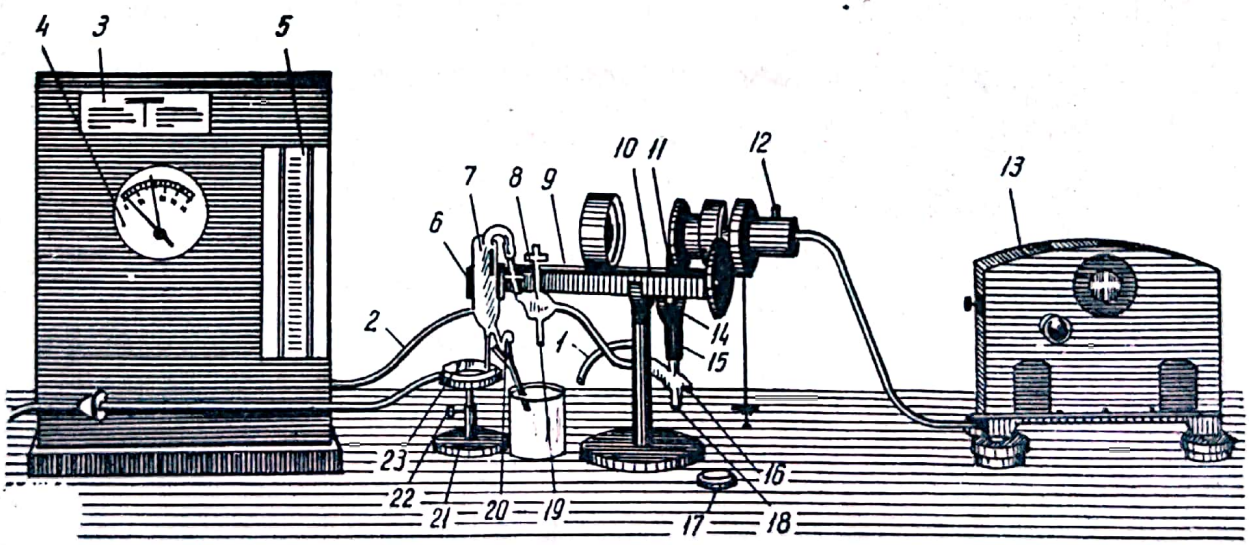


Fig.23.2. Fotometru cu flacără model 3 Zeiss: 1-tub de la recipientul de acetilenă; 2-tub de la recipientul cu aer; 3-manometre; 4-manometru cu aer; 5-manometru pentru gaze; 6-şurub pentru fixarea pulverizatorului; 7-pulverizator; 8-bulă pentru condensare; 9-10-suporturi pentru partea optică; 11-arzător; 12-celula fotoelectrică; 13-galvanometru; 14-fixator pentru arzător; 15-tub de cauciuc; 16-camera de amestec; 17-18,19-tuburi de cauciuc; 20-capilar pentru introducerea probei; 21-suport probă; 22-buton de reglare; 23-cutie Petri.

Scanned with OKEN Scanner

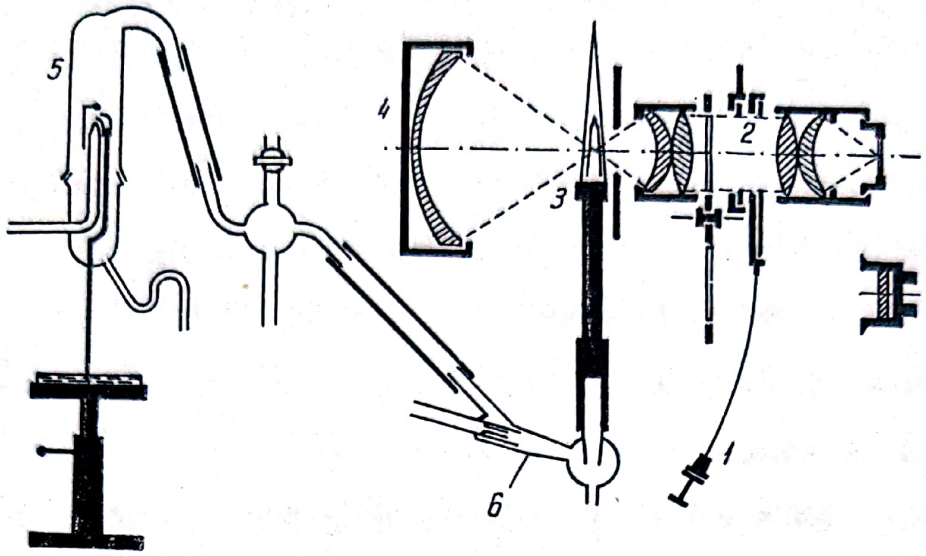


Fig. 23. 3. Schema fotometrului cu flacără:
1-dispozitiv pentru deschiderea diafragmei; 2-diafragmă; 3-flacără; 4-oglindă; 5-dispozitiv de pulverizare; 6-camera de amestec.

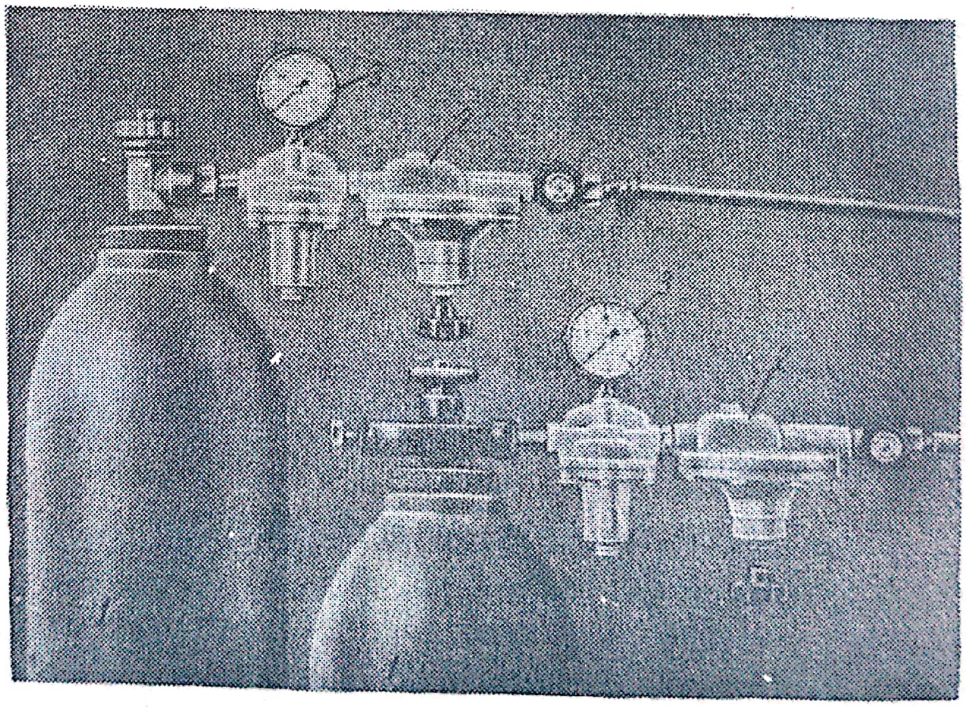


Fig. 23. 4. Buteliile de gaze cu manometre.

Scanned with OKEN Scanner

Părţile componente ale fotometrului cu flacără Zeiss sînt următoarele: buteliile cu reductoarele duble, manometrele pentru presiunea gazelor, pulverizatorul, arzătorul, partea optică, celula fotoelectrică şi galvanometrul (fig. 23. 3).

Buteliile 1 sînt confecţionate din oţel special, conform indicaţiilor metrologice.

Reductoarele de presiune (2) şi manometrele (3) sînt de tip obişnuit (fig. 23. 4).

- Pulverizatorul este format din două duze de sticlă aşezate în unghi drept (1). Presiunea aerului antrenează soluţia de cercetat, pulverizînd-o în particule de aproximativ 20 microni. La 0,5 - 1 cm deasupra pulverizatorului este fixată o bilă de sticlă, de care se izbesc picăturile, fărîmiţîndu-se şi mai mult (2). Pulverizatorul este montat într-un manşon de sticlă (3) care, la partea inferioară, are un tub lateral, pentru scurgerea picăturilor mari care se depun în vas. Pulverizatorul este legat printr-un tub de cauciuc cu vasul sferic (4) în care se depun picăturile mari. De aici, curentul de aer cu substanţa pulverizată trece în vasul de amestec (12) în care se amestecă cu gazul carburant ce este introdus printr-o duză de sticlă cu diametrul de aproximativ 1 cm. Amestecul de gaze trece apoi în arzător (13) care produce flacăra generatoare a spectrului.

- Partea optică cuprinde o oglindă convergentă (5) ce are focarul în centrul flăcării în care trimite fluxul luminos înspre un sistem convergent, al cărui focar coincide cu al oglinzii. Fluxul luminos, dat de flacără, la ieşirea din sistemul de lentile, este paralel (6). Acest fascicul paralel trece prin filtrul interferenţial (11) care lasă să treacă numai radiaţiile caracteristice elementului căutat. Aceste filtre sînt fixate pe un tambur, cu ajutorul căruia se aduce în axa optică a aparatului filtrul dorit. Urmează apoi o dia-

Scanned with OKEN Scanner

fragmă iris care se manevrează prin intermediul lamei (7) şi un obturator (10) cu care se acoperă celula atunci cînd aparatul este în repaus. Acest obturator se acţionează prin intermediul unui declanşator flexibil. Un alt sistem convergent concentrează fasciculul luminos pe suprafaţa fotocelulei (8).

- Celula cu seleniu are sensibilitatea maximă la 550 nm.

- Instrumentul de măsură este un galvanometru cu o sensibilitate de $1\text{-}2.10^{-9}$A (fig.23.5).

Citirea se face pe o scală gradată în 1 000 de părţi.

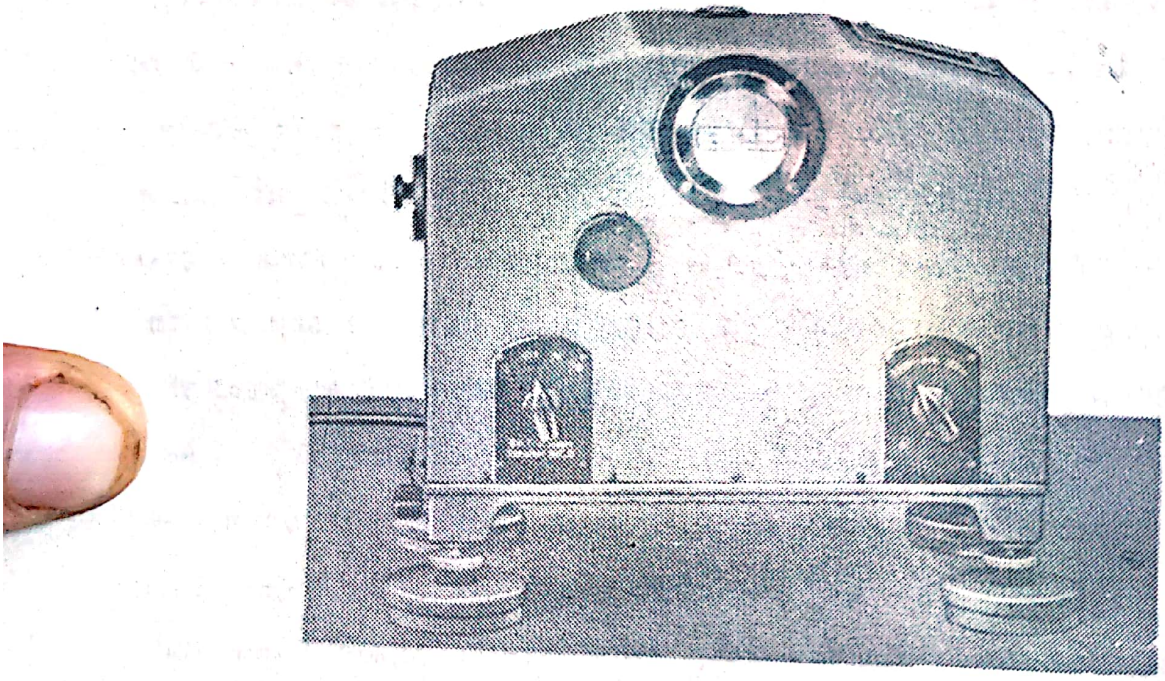


Fig.23.5. Galvanometru.

b. Modul de lucru la fotometrul cu flacără Zeiss

Principiu: Soluţia cu ionii de cercetat se pulverizează cu ajutorul aerului comprimat, apoi se amestecă cu un gaz carburant şi se arde într-un bec special, producîndu-se spectrul de lumină al elementului de cercetat.

Scanned with OKEN Scanner

Intensitatea acestui spectru este proporţională cu concentraţia soluţiei şi se măsoară cu galvanometrul.

- Se verifică starea aparatului şi poziţia orizontală a galvanometrului.

Se verifică integritatea tuburilor de cauciuc.

- Se verifică dacă în vasele de sticlă nu s-a adunat apa în urma lucrărilor anterioare şi se procedează la evacuarea apei.

- Se deschide robinetul de aer şi se reglează presiunea la valoarea 0,4 atmosfere.

- Se deschide robinetul recipientului cu acetilenă şi se reglează presiunea la 50-60 mm H_2O.

- După 1-2 min cînd s-a realizat omogenizarea amestecului gazelor, se aprinde flacăra. Aceasta trebuie să aibă formă conică, să fie rigidă şi de culoare albastră.

Conurile de la baza flăcării trebuie să fie albastre-verzui, egale şi cu contur precis. Dacă flacăra are fascicule galbene sau albe, se va reduce acetilena pînă cînd va căpăta culoarea albastră.

Se aprinde lumina galvanometrului, prin rotirea comutatorului din partea dreaptă la diviziunea 12 V.

Se deblochează galvanometrul, rotind comutatorul din stînga la diviziunea G.

- Se alege filtrul de lucru şi se aduce galvanometrul la zero, introducînd în aparat apă distilată.

Aducerea la zero se face prin rotirea butonului rotund de pe panoul frontal al aparatului, cu care se face un reglaj fin. În cazul în care acest reglaj nu este suficient, se va acţiona asupra butonului situat pe peretele din stînga galvanometrului.

- Se introduc în pulverizator etaloanele, în ordinea crescîndă a concentraţiilor şi se citeşte devierea galvanometrului. Etaloanele

Scanned with OKEN Scanner

se introduc în capace de cutii Petri cu diametrul de 5-8 cm, apoi se aşază în suportul special de probe care se ridică pînă cînd tubul pulverizatorului se introduce în lichidul din vas.

- Se introduc apoi probele, citindu-se valorile indicate pe scala galvanometrului. În cursul determinărilor, se vor verifica din cînd în cînd valorile etaloanelor.

- Se trasează curba de etalonare, înscriind concentraţiile etaloanelor pe ordonată şi indicaţiile galvanometrului pe abscisă.

- Valorile corespunzătoare probelor se raportează la curba etalon. Curba etalon se face în fiecare zi.

În ultimul timp, firma Zeiss-Jena fabrică un fotometru cu flacără combinat cu spectrocolorimetru Spekol într-un singur corp (monobloc). Aparatul se numeşte "Flamphokol" şi este utilizat în dublu scop, fie pentru dozări uzuale de cationi funcţionînd pe acelaşi principiu al flamfotometrului, fie pentru dozări fotocolorimetrice uzuale. In prezent, acest aparat intră în dotarea unui număr restrîns de laboratoare.

c. Fotocolorimetrul cu flacără Flaphoxol - Zeiss

Aparatul se poate utiliza pentru determinări colorimetrice, utilizînd surse de lumină electrică pentru spectrul vizibile şi sursa cu flacără pentru dozarea cationilor.

Aparatul este construit în două variante: pentru acetilenă-aer şi pentru gaz de iluminat-aer. Este utilizat numai pentru combustibilul indicat de fabrică.

În cazul fotometrului cu echipament acetilenă-aer se pot face determinări de sodiu, potasiu şi calciu, iar în cazul fotometrului cu gaz iluminat-aer se fac determinări numai de sodiu şi potasiu.

Scanned with OKEN Scanner

Părţile componente ale aparatului: blocul principal alcătuit din spectometru Spekol, pulverizator, camera de amestec, arzător şi manometru pentru gaze, alimentator de joasă tensiune, amplificatorul, receptorul cu două celule fotoelectrice, şi butelii de gaze cu reductor simplu.

23.3.3. Spectrofotometre de absorbţie

În laboratoarele de analize se practică metoda spectrofotometriei de absorbţie în lumina vizibilă şi în ultraviolet, pentru analiza calitativă şi cantitativă a substanţelor în stare lichidă, a amestecurilor de lichid şi a soluţiilor.

Se ştie că un corp absoarbe dintr-un spectru continuu, o serie de radiaţii caracteristice acelui corp.

Analizînd spectrul radiaţiei emergente, se va constata că din acest spectru lipsesc radiaţiile absorbite de substanţa respectivă.

Radiaţiile absorbite de un corp se pot studia fie măsurînd lumina care străbate acest corp (lumina transmisă), fie lumina reflectată difuz.

Spectrofotometria de absorbţie se face pe baza legilor şi principiilor enunţate în cadrul colorimetriei şi fotometriei.

La baza metodelor spectrofotometrice de absorbţie stă legea Lambert-Beer, studiată la colorimetrie şi fotometrie.

a. Aparate pentru analiza spectrelor de absorbţie

Un aparat pentru analiza spectrelor de absorbţie este compus din următoarele părţi: sursa de radiaţii, cuvele de absorbţie, monocromatorul (aparatul de dispersie), receptorul şi aparatul de măsură.

Scanned with OKEN Scanner

Sursele de lumină utilizate în analiza spectrală trebuie să aibă cît mai puţine linii spectrale proprii. De asemenea, sursa de lumină trebuie să fie constantă şi de dimensiuni cît mai mici.

Ca surse de lumină se utilizează:

- becul cu filament punctiform de tungsten care emite un spectru continuu de la ultravioletul apropiat pînă la infraroşul apropiat;

- lampa cu descărcare luminiscentă, în atmosferă de hidrogen, care emite un spectru în ultraviolet, cu o intensitate constantă între 240 şi 340 nm şi cu o intensitate mai mică mergînd pînă la ultravioletul îndepărtat;

- arcul de înaltă tensiune cu xenon sau descărcările electrice în electrozi de tungsten şi fier.

Cuvele de absorbţie care se utilizează în spectrofotometria de absorbţie sînt cuve paralelipipedice, din sticlă optică din cuarţ, avînd o grosime cuprinsă între 1 mm şi 50 mm.

Solvenţi. Pentru a se determina cu precizie concentraţia solvenţilor, este necesar ca solvenţii folosiţi să fie perfect transparenţi în lungimea de undă în care se face determinarea.

Solvenţii trebuie să fie foarte puri, deoarece impurităţile pot să aibă linii de absorbţie care să interfereze cu cele ale substanţelor.

Aparatul dispersant. Dispozitivul pentru dispersia luminii incidente, în radiaţii monocromatice, se numeşte monocromator.

Acesta trebuie să aibă o fantă cît mai îngustă, prin care să pătrundă lumina incidentă. Cu cît această fantă este mai îngustă, cu atît spectrul are linii mai pure.

Dispersia luminii se poate realiza prin intermediul prismelor şi al reţelelor de difracţie.

Scanned with OKEN Scanner

Receptorul fasciculului dispersat poate fi ochiul observatorului, celula fotoelectrică sau aparatul fotografic.

Instrument de măsură

In cazul utilizării receptorilor cu celule fotoelectrice, se utilizează galvanometre sau electrometre pentru măsurarea acestor curenţi. Curenţii electrici produşi se pot înregistra grafic, curbele obţinute fiind curbele de absorbţie ale substanţelor respective.

b. Spectrocolorimetrul SPEKOL-ZEISS

Spectrocolorimetrul SPEKOL este un spectrofotometru de absorbţie cu lumină monocromatică obţinută prin fante de difracţie (fig. 23. 6).

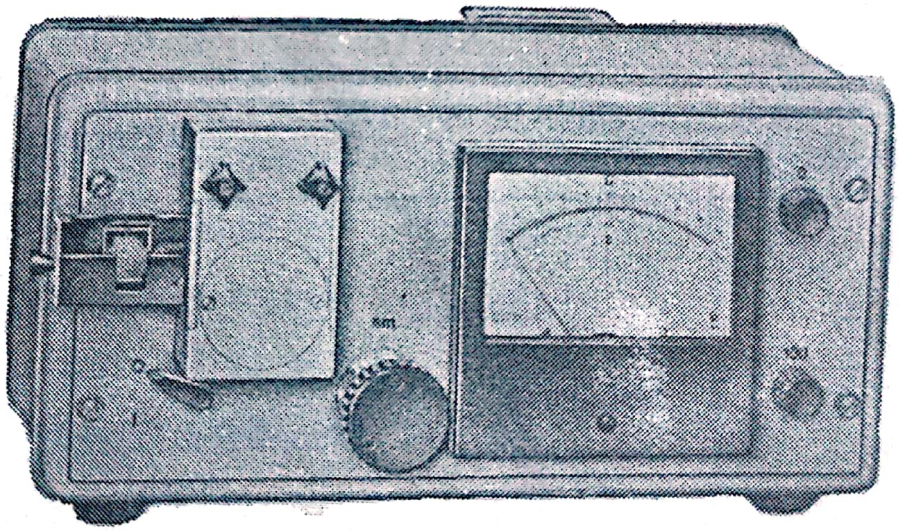


Fig. 23. 6. Spectrocolorimetrul Spekol.

Aparatul este compus din următoarele părţi:

Alimentatorul care este un transformator coborîtor de tensiune de 220 volţi la 6 volţi, cu stabilizator ferorezonant.

Scanned with OKEN Scanner

Sursa de lumină. Aparatul utilizează ca sursă de lumină fie un bec electric cu filament incandescent, fie o lampă de mercur cu vapori sub presiune HQE 40 L.

Monocromatorul. Lumina monocromatică se obţine cu ajutorul fantelor de difracţie utilizate prin reflexie. Spectrul obţinut este cuprins între 360 şi 750 nanometri. Aparatul poate separa dpuă linii spectrale care diferă cu 11 nm.

Monocromatorul este gradat în lungimi de undă. Gradarea este precisă pentru lungimea de undă de 550 nm. Pentru celelalte lungimi de undă, se va face corecţia arătată în tabela 25.

Tabela 25

Corelaţia lungimilor de undă de pe tamburul spectrocolorimetrului

Lungimea de undă de pe tambur	Lungimea de undă reală	Diferenţa
370	365	- 5
401,2	400	- 1,2
450,3	450	- 0,3
500,1	500	- 0,1
550	550	0
600,1	600	- 0,1
650,3	650	- 0,3
701,3	700	- 1,3
752	750	- 2,0

Scanned with OKEN Scanner

Dispozitivul de fotometrare şi măsurare. Fasciculul de lumină monocromatică trece prin fanta de ieşire şi pătrunde în dispozitivul pentru introducerea probelor, ajungînd apoi pe celula fotoelectrică.

Curentul electric produs de această celulă este amplificat printr-un amplificator cu tranzistori care se găseşte în interiorul aparatului şi apoi se citeşte cu un microampermetru care are atît scală pentru măsurarea extincţiei, cît şi scală pentru măsurarea transparenţei.

Aparatul poate avea un dispozitiv de fotometrare în cuve paralelipipedice sau în eprubete. Aceste dispozitive se pot schimba cu uşurinţă .

Aparatul poate utiliza cuve de forma C, cu grosimea stratului de 1 cm, 0,5 cm, 0,2 cm şi 0,1 cm. Unele tipuri utilizează cuve de tipul 8, cu grosimea stratului de 1 cm.

Dispozitivul de fotometrare în eprubete utilizează eprubete identice, cu diametrul de 15 mm. Mersul razelor în acest aparat se poate vedea în figura 23.7.

Reglarea şi modul de funcţionare a aparatului.

Alimentatorul stabilizat al aparatului se racordează la tensiunea de 220 V, prin intermediul unei prize cu legătura de protecţie.

Se face legătura între alimentator şi aparat,

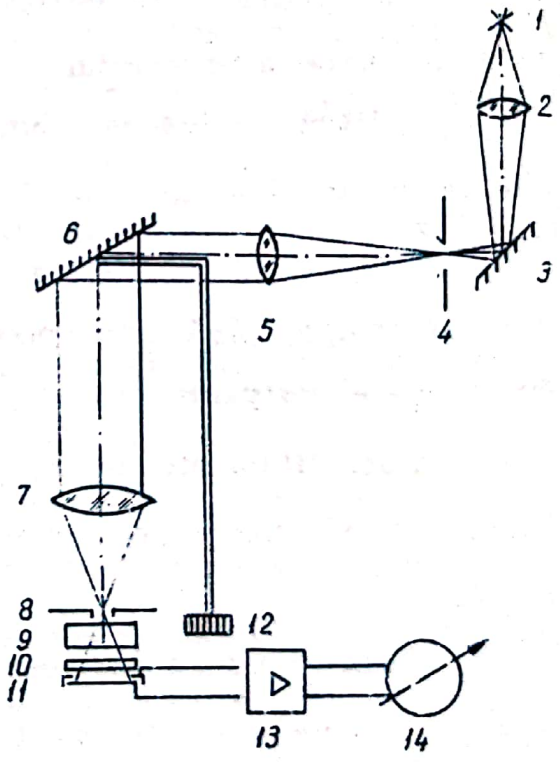


Fig.23.7. Schema optică: 1-sursa de lumină; 2,5,7-condensatoare; 3-oglindă; 4-fanta de intrare; 6-reţea de difracţie; 8-fanta de ieşire; 9-cuvă; 10,11-fotocelule; 12-monocromator;13-amplificator; 14-instrument de măsură.

Scanned with OKEN Scanner

legîndu-se la una din prizele alimentatorului sursa de lumină, iar la cealaltă, cordonul de alimentare al amplificatorului interior al aparatului. Acesta se introduce apoi în priza existentă pe peretele din spate al aparatului, în locul indicat 6V, după ridicarea tăbliţei metalice.

Reglarea sursei de lumină. Se deschide intrerupătorul de curent de pe carcasa stabilizatorului şi în acest moment se observă că se aprinde becul electric, situat în lampa fixată pe peretele posterior al aparatului. Se desfac apoi cele două şuruburi cu care este fixat dispozitivul de fotometrare ce se scoate din locaşul respectiv. Procedînd în acest fel, va apărea fanta de ieşire a aparatului.

Se acoperă fanta de ieşire cu capacul de sticlă mată şi se deschide obturatorul fantei, aşezînd maneta din partea stîngă a aparatului în poziţia I. Se reglează tamburul monocromatorului la 546 nm, în zona verde a spectrului.

Dacă lumina este bine reglată, se observă imaginea filamentului de-a lungul şi în centrul fantei de ieşire.

Dacă imaginea filamentului nu este clară, se va apropia sau depărta lampa, pînă cînd spirele se văd clar apoi se strînge şurubul de fixare al carcasei lămpii.

Dacă filamentul nu acoperă fanta în întregime, atunci suportul becului se va ridica sau coborî, pînă cînd se va aduce în poziţie corectă.

Dacă imaginea filamentului este deplasată la stînga sau la dreapta, se va aduce în axa fantei, rotind şurubul din partea inferioară a carcasei lămpii.

După ce sursa de lumină a fost reglată, se scoate sticla mată şi se închide obturatorul fantei, punînd maneta la poziţia zero.

Scanned with OKEN Scanner

apoi se introduce dispozitivul de fotometrare care se fixează strîngînd cele două şuruburi.

Dacă se utilizează dispozitivul de fotometrare în cuve EK, se procedează astfel;

- se introduce soluţia martor într-o cuvă cu grosimea de 1 cm, care se introduce în axa optică a aparatului;

- se reglează lungimea de undă, cu ajutorul tamburului monocromatorului situat pe peretele frontal;

- se aduce indicatorul instrumentului de măsură în poziţia zero, rotind petenţiometrul notat cu 0 situat la dreapta sus, pe peretele anterior al aparatului;

- se deschide obturatorul fantei de ieşire, aşezînd maneta în poziţia I;

- se reglează poziţia acului indicator al instrumentului la poziţia 100 pe scala D, rotind potenţiometrul notat cu 100, situat pe faţa anterioară, la dreapta jos;

- se introduce în suport proba de cercetat, aducîndu-se în axa optică.

Se citeşte apoi transparenţa sau extincţia probei, repetîndu-se citirea de 3-5 ori, şi se face media citirilor.

Curbele de etalonare şi calcularea concentraţiilor se fac după metodele arătate la capitolul colorimetrie şi fotometrie

Dacă fotometrarea se face în eprubete, utilizîndu-se dispozitivul de fotometrare ER, se procedează astfel;

- Se selecţionează un lot de eprubete incolore, cu diametrul de 16 mm. Eprubetele trebuie să aibă acelaşi grad de absorbţie.

- Pentru a determina gradul de absorbţie a luminii de către pereţii eprubetei, se va încerca fiecare eprubetă.

Scanned with OKEN Scanner

- Se închide, prin răsucire, robinetul situat la partea inferioară a suportului pentru cuve.

Se introduce în acest suport apă distilată, pentru a se înlătura efectul de lentilă, datorită curburii eprubetei.

- Se introduc în fiecare eprubetă 6 ml apă distilată şi se măsoară absorbţia reglînd aparatul la prima citire la valoarea 100. Se roteşte cu 360^{o} fiecare eprubetă, şi dacă, în timpul rotirii, acul instrumentului variază cu mai mult de $\pm$ 1, 0%, eprubeta nu poate fi folosită la măsurători.

- Se introduce apoi eprubeta următoare, care nu trebuie să aibă faţă de prima o diferenţă de absorbţie mai mare de $\pm$ 1%.

- Determinarea concentraţiilor se face introducînd într-o eprubetă proba martor şi fixînd indicatorul la 100%, apoi introducînd proba şi făcînd citirea extincţiei sau transparenţei.

Avantajul citirii în eprubete constă în faptul că se pot selecţiona un număr mare de eprubete, fotometrarea efectuîndu-se direct în eprubetele de lucru.

Aparatul SPEKOL are şi alte echipamente, cu ajutorul cărora se pot face determinări turbidimetrice, fluorometrice, precum şi titrări de soluţii.

Este însă recomandabil ca un aparat să fie utilizat la un singur gen de determinări, pentru a nu fi nevoie să se facă de fiecare dată alte reglări, corecţii şi etalonări.

c. Spectrofotometre cu dublu fascicul

Sînt aparate construite în aşa fel încît cuvele (martorul şi proba) sînt menţinute pe loc, fiind străbătute, simultan sau succe-

Scanned with OKEN Scanner

siv, de cîte un fascicul de lumină, realizînd astfel spectrometrele cu dublu fascicul".

Schema de principiu a unui astfel de aparat este reprezentată în figura 23.8.

Sursa S trimite un fascicul de lumină "albă" pe fanta de intrare a monocromatului M. Motoraşul E_1 schimbă continuu elementele monocromatorului, astfel încît din monocromator iese o radiaţie monocromatică a cărei frecvenţă se schimbă uniform în timp. La un moment dat, radiaţia cade pe oglinda mobilă O_1 rotită de electromotorul E_{o1} şi se reflectă, urmînd drumul trasat cu o linie plină. Oglinda fixă O_2 schimbă direcţia razei cu 90^0 şi o trece în cuva cu soluţia de cercetat. În acest moment, oglinda mobilă O_4, rotită de motorul E_{o4} (cu o turaţie riguros constantă) ca şi O_1, fiind decalată cu 90^0, prezintă un sector gol în drumul razei, care cade astfel pe receptorul R. În următoarea fracţiune de secundă, oglinda O_1 prezintă în drumul radiaţiei un sector gol, iar oglinda O_4 un sector plin, astfel încît raza ieşită din monocromator trece prin cuva martorului C_1 (blankul), se reflectă în oglinda fixă O_3, apoi pe oglinda mobilă O_4, căzînd de asemenea pe receptorul R (drumul trasat cu linie punctată).

Cuva C_2, care conţine proba de cercetat, va introduce o absorbţie suplimentară iar ca urmare pe receptor vor cădea alternativ (cu frecvenţa rotirii oglinzilor) un fascicul mai intens şi unul mai slab. De la receptor, semnalele sînt trecute la amplificatorul A, care este informat printr-un sistem de sincronizare de poziţiile celor două oglinzi de fiecare moment. Impulsurile amplificate sînt trecute la motorul reversibil Er, care împinge în drumul fasciculului mai intens (care a trecut prin cuva C_1, ce conţine blankul) o pană de compensaţie K în formă de pieptene. Cu ajutorul penei compensatoare

Scanned with OKEN Scanner

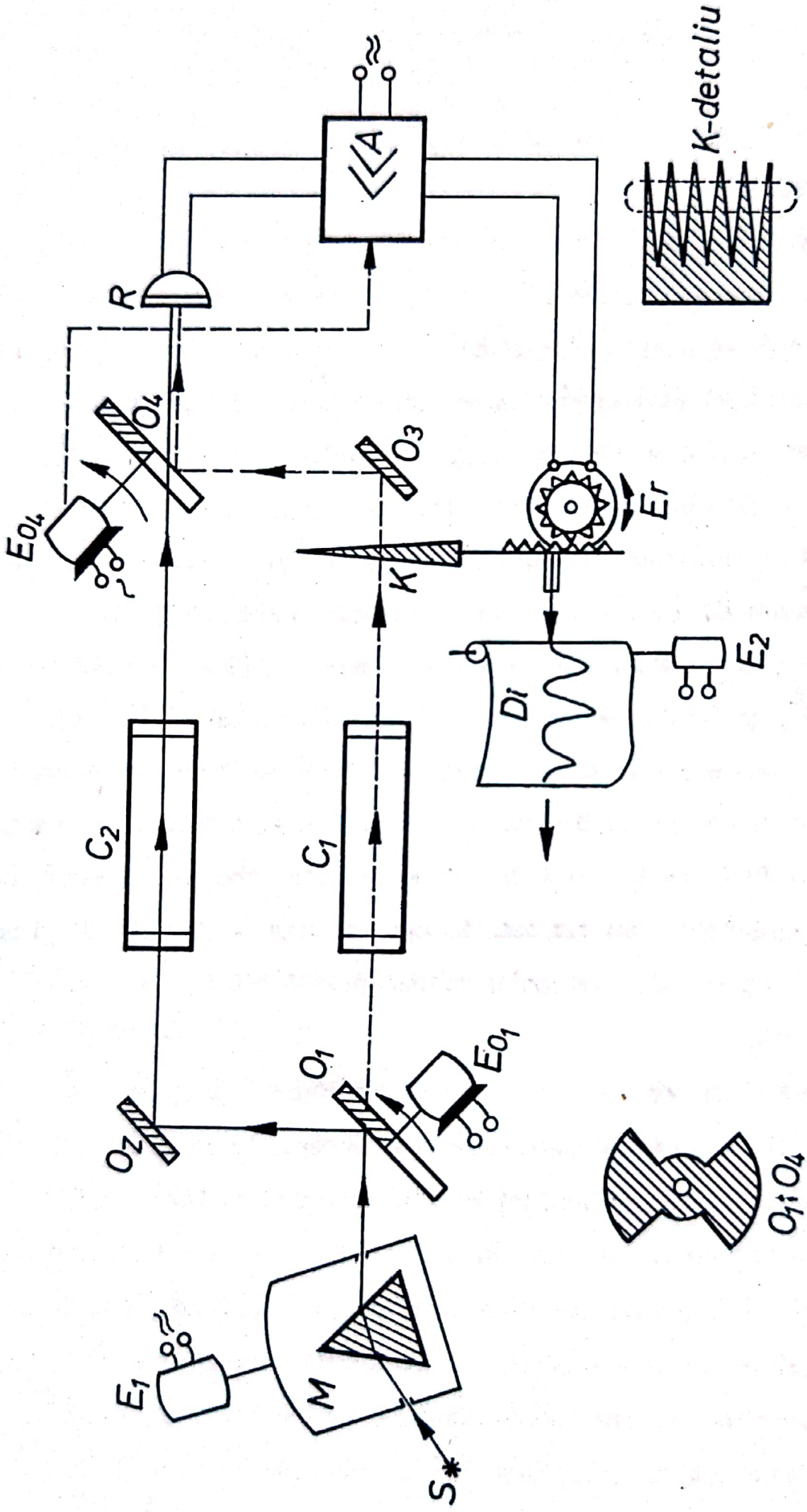


Fig. 23.8. Principiul spectrofotometrului cu dublu fascicul.

se reduce intensitatea radiaţiilor de comparaţie pînă la valoarea celor care au trecut prin cuva cu soluţia martor, moment în care motorul E_r se opreşte. Ajungîndu-se apoi într-un domeniu spectral în care substanţa absoarbe şi mai intens, cele două radiaţii devenind din nou neegale, pana este împinsă şi mai adînc în drumul radiaţiilor de comparaţie de către motorul Er. Dacă în continuare se ajunge într-un domeniu în care soluţia absoarbe şi mai puţin, devine de această dată mai intensă raza care a trecut prin soluţie, deoarece pana strangulează puternic în acel moment fasciculul de comparaţie. In acest moment faza impulsurilor de radiaţie la receptorul R se inversează, motoraşul Er porneşte în sens invers, trăgînd pana în afară pînă la restabilirea echilibrului (egalitatea celor două fascicule).

In prezent, în dotarea multor laboratoare chimice din ţară intră spectrofotometrul V.S.U.2, produs de firma Zeiss. Acest spectrofotometru este un aparat uzual de tip "dublu fascicul", care poate fi folosit pentru domeniul ultraviolet, vizibil şi infraroşu apropiat (fig. 23. 9).

Spectrometrul "Specord U.V.-VIS" este un aparat automat construit după principiul spectrometrelor cu "dublu fascicul" (fig. 23.10). Aparatul este folosit pentru domeniul ultraviolet şi vizibil.

Modul de funcţionare este asemănător celui descris mai sus, prezentînd avantajul înregistrării a zeci de puncte pe secundă. Solidar cu pana compensatoare se mişcă o peniţă înregistratoare care înscrie pe hîrtie, o diagramă. Hîrtia avansează uniform, mişcată de un motoraş a cărui mişcare este sincronizată cu cea a motoraşului care modifică frecvenţele. Rezultatul este înscrierea unei diagrame absorbţie-frecvenţă (fig. 23. 11).

Scanned with OKEN Scanner

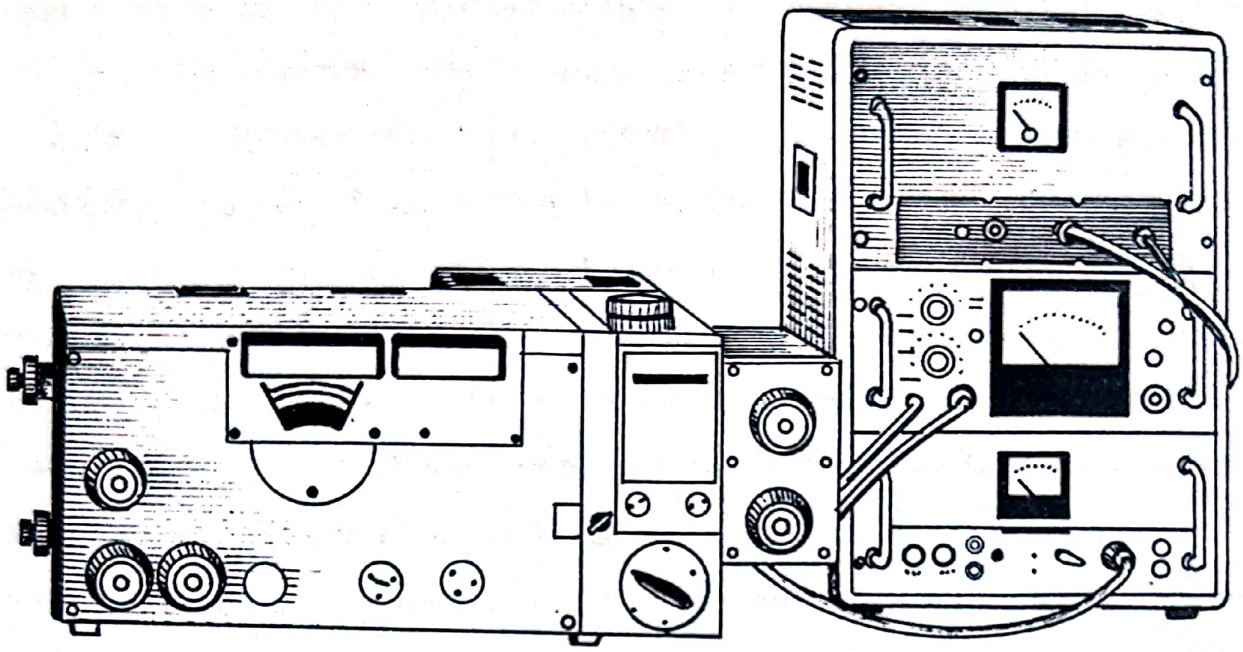


Fig. 23. 9. Vederea de ansamblu a spectrofotometrului VSU-2.

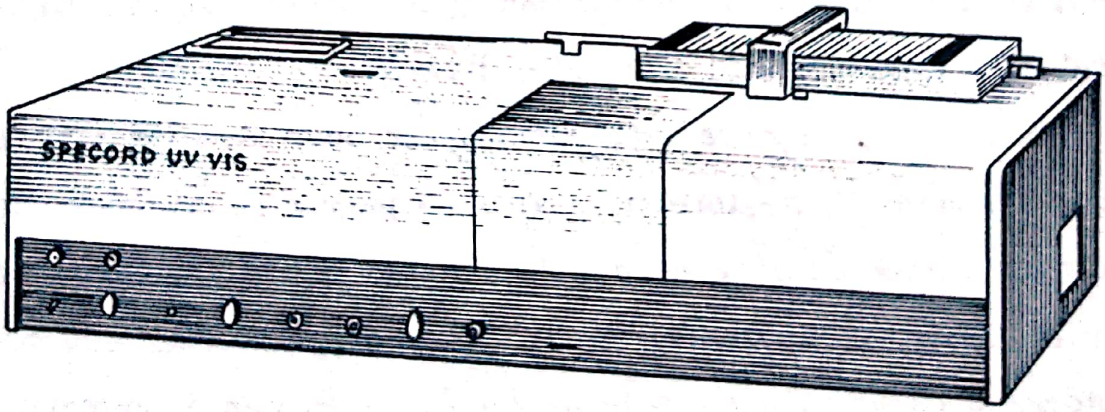


Fig. 23. 10. Vederea de ansamblu a spectrofotometrului "Specord U. V. -VIS"

Scanned with OKEN Scanner

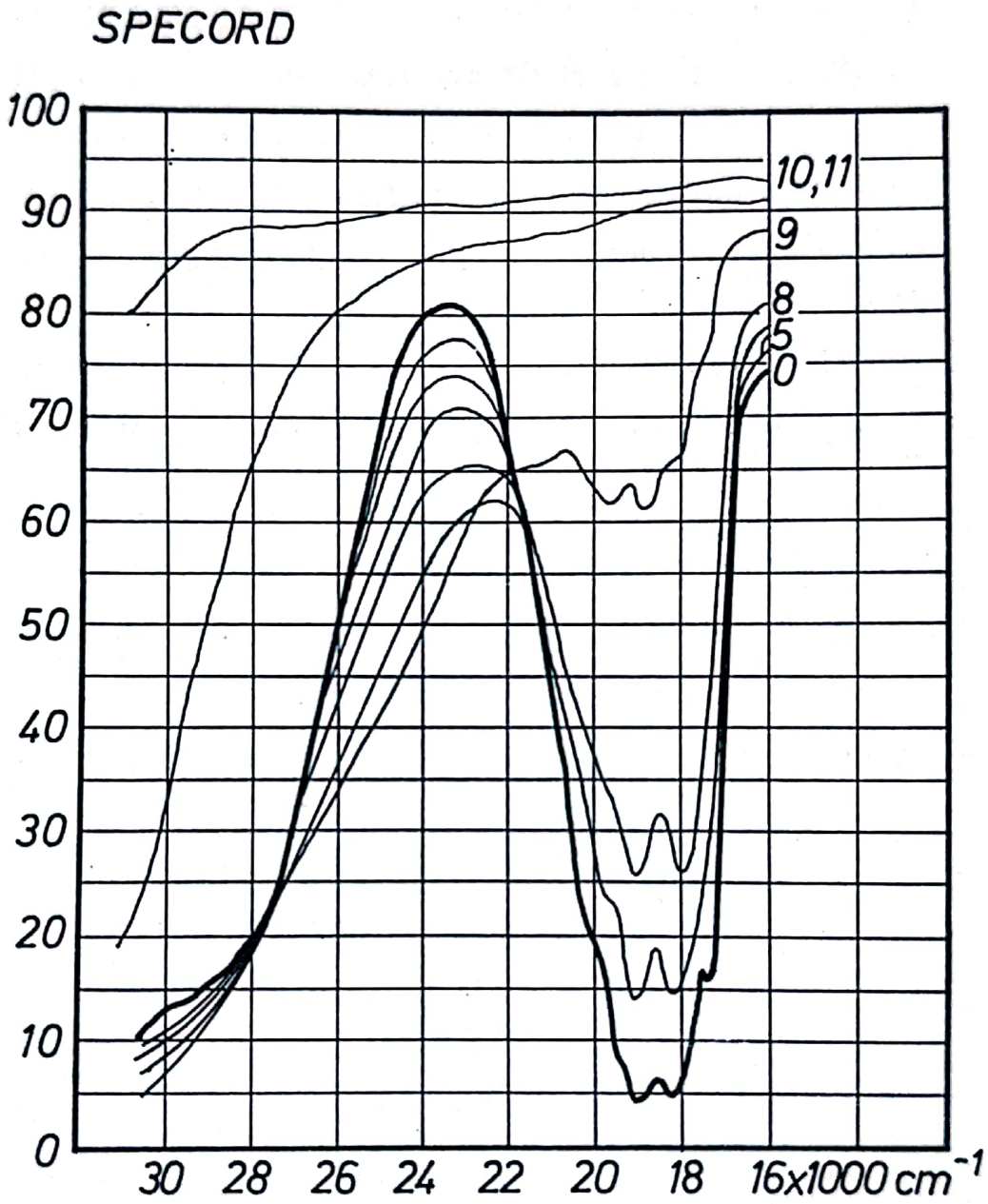


Fig. 23.11. Diagrama absorbţiei - frecvenţă a spectrofotometrului Specord U.V.-VIS.

Scanned with OKEN Scanner

Intrebări recapitulative

1. Cum iau naştere spectrele luminoase?
2. Ce metode se utilizează pentru analiza spectrală?
3. Componenţa şi modul de lucru al fotometrului cu flacără?
4. Cum este alcătuit un spectrofotometru de absorbţie?
5. Cum este alcătuit spectrocolorimetrul SPEKOL?
6. Reglarea şi modul de funcţionare al spectrocolorimetrului SPEKOL.
7. Utilizarea spectroscoapelor în laboratorul de analize.
8. Cum funcţionează spectrofotometrul cu „dublu fascicul".

Scanned with OKEN Scanner

24. MĂSURĂTORI ELECTRICE UTILIZATE IN LABORATOARE

24.1. MĂSURAREA INTENSITĂŢII, TENSIUNII, PUTERII ŞI REZISTENŢEI CURENTULUI ELECTRIC

Intensitatea curentului electric se măsoară cu aparatul numit ampermetru sau miliampermetru.

Aparatul se leagă în serie cu circuitul electric a cărui intensitate trebuie determinată. Rezistenţa internă a aparatului trebuie să fie mai mică decît a circuitului de măsurat.

Tensiunea curentului se măsoară cu voltmetrul (fig. 24.1).

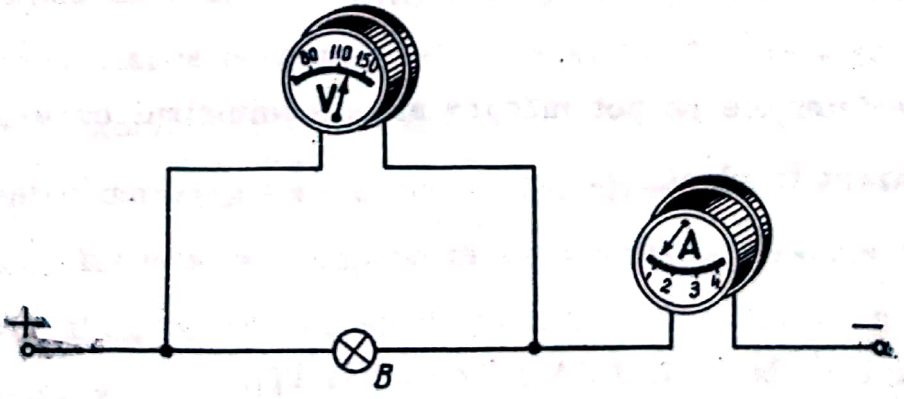


Fig. 24.1. Măsurarea tensiunii şi curentului:
A- ampermetru; B- bec electric; V- voltmetru.

Acesta se conectează în paralel cu porţiunea de circuit în care se face măsurarea.

Rezistenţa interioară a aparatului este mai mare decît aceea a circuitului.

Puterea curentului electric se află în mod indirect, măsurînd tensiunea şi intensitatea:

$$P(W) = I(A) \cdot V(v) .$$

De obicei se cunoaşte tensiunea şi atunci este necesar să se măsoare intensitatea, puterea fiind produsul între valoarea tensiunii exprimată în volţi, şi cea a intensităţii, exprimată în amperi. Puterea astfel calculată se exprimă în waţi.

Măsurarea rezistenţelor se face cu ajutorul voltmetrului şi ampermetrului, măsurîndu-se tensiunea la capetele rezistenţei şi intensitatea curentului ce curge prin rezistenţă.

Valoarea rezistenţei va fi:

$$R_x = \frac{V\ (v)}{I\ (A)} .$$

Rezistenţele se pot măsura şi cu ohmmetrul care are scara gradată direct în ohmi.

24.1.1. MĂSURAREA REZISTIVITĂŢII

Măsurarea rezistivităţii are importanţă în laboratorul de analize, această metodă utilizîndu-se pentru determinarea indirectă a concentraţiei ionilor în plasma sanguină.

Scanned with OKEN Scanner

Rezistivitatea serului sau a plasmei sanguine este invers proporţională cu concentraţia în electroliţi.

Valoarea normală a rezistivităţii plasmei sanguine la 37°C este de 69-71 ohmi pe cm/cm^2. Dacă rezistivitatea creşte, aceasta denotă o scădere a concentraţiei electroliţilor. Dacă rezistivitatea scade sub 69-71 ohmi/cm/cm^2, conţinutul plasmei în electroliză este mai crescut.

Între cantitatea totală a electroliţilor, proteinemie şi rezistivitatea plasmei, s-a stabilit următoarea relaţie:

$$E = \frac{1,8 \times 10^6}{\rho\,(100-0,25\ P)}$$

în care:

E este concentraţia totală a electroliţilor; în mEq/1;

P - proteinemia în grame %o;

ρ - rezistivitatea în ohmi/cm.

Valoarea normală a concentraţiei totale a electroliţilor E este de 310 mEq/1.

Metoda dă o apreciere a concentraţiei globale a ionilor în sînge. Determinarea concentraţiei fiecărui ion în parte se efectuează prin metoda fotometriei în flacără.

Pentru determinarea rezistivităţii plasmei se utilizează puntea Kohlrausch. Aceasta se compune dintr-o punte Wheastone cu o rezistenţă variabilă cu cursor, un dispozitiv de echilibrare a punţii şi celulă (fig. 24.2).

Puntea este alimentată cu un curent alternativ cu o frecvenţă de 1 000 Hz, curent obţinut dintr-un oscilator electronic.

Măsurarea se poate face în mai multe trepte. Puntea Kohlrausch, fabricată de întreprinderea "Termotehnica" are patru domenii de măsurare.

Scanned with OKEN Scanner

Scala I	145 - 179 ohmi
Scala a II-a	180 - 223 ohmi
Scala a III-a	221 - 274 ohmi
Scala a IV-a	269 - 334 ohmi

Sensibilitatea aparatului este de $\pm$ 0,5 ohmi.

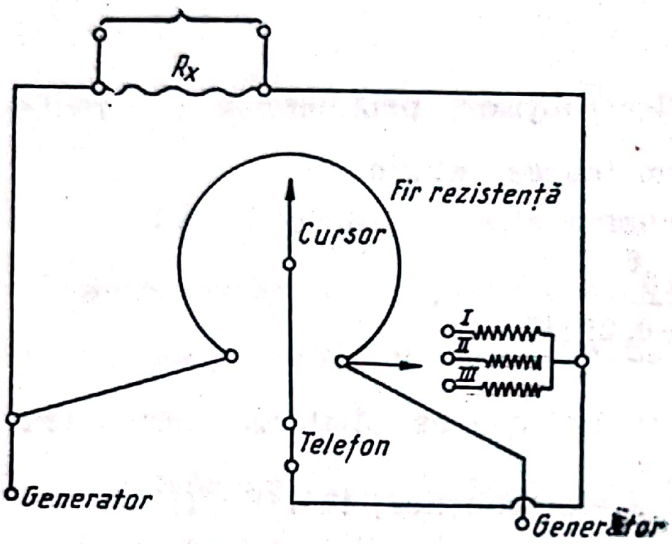


Fig. 24.2. Măsurarea rezistivității: schema aparatului.

Trecerea de la o treaptă la alta se face prin intermediul unui comutator.

Celula de măsurare este confecționată din sticlă (fig. 24.3) și este prevăzută cu doi electrozi de platină. In celulă se aspiră plasma de cercetat, încălzită la 37°C și apoi se introduce într-o baie de 37° unde se ține tot timpul măsurătorii. Cei doi electrozi ai celulei sînt legați la bornele aparatului de măsurat.

Se echilibrează apoi rezistența plasmei de cercetat cu rezistența punții. Pentru aceasta, aparatul se conectează, pe rînd, pe toate scările de măsură, deplasînd cursorul pînă se obține echilibru.

Momentul echilibrării este indicat printr-un galvanometru de zero, printr-un indicator cu ochi magic sau printr-un indicator sonor în cască.

Valoarea rezistenței indicată pe scală se împarte la constanta K a celulei, constantă determinată de fabrică și care este înscrisă pe celulă:

Scanned with OKEN Scanner

$$\rho = \frac{R}{K},$$

în care:

ρ este rezistivitatea plasmei;

R - rezistenţa citită pe scală;

K - constanta celulei.

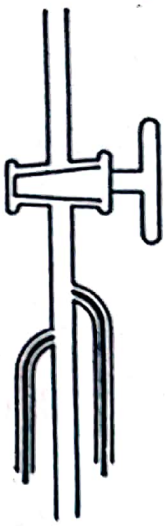


Fig. 24. 3. Schema celulei de măsurare; 1- redresor; 2-cuva de migrare.

25. DETERMINAREA CONCENTRAȚIEI IONILOR DE HIDROGEN ȘI A COEFICIENTULUI pH

25.1. Generalități

S-a arătat că în soluție, substanțele se disociază în ioni încărcați cu electricitate pozitivă și negativă.

Apa distilată deși nu este considerată conducătoare de electricitate are, totuși, un grad mic de conductibilitate electrică, deoarece este disociată în ioni de hidrogen pozitivi (H^+) și ioni negativi de oxidril (OH^-).

Produsul acestor ioni este o constantă K, care depinde de temperatură.

La temperatura de 23°C, această constantă are valoarea $K = 10^{-14}$,

deci $$(\text{Conc. } H^+) \cdot (\text{Conc. } OH^-) = 10^{-14},$$

iar $$\text{Conc. } H^+ = \text{conc. } OH^- = 10^{-7}$$

Apa care este neutră din punct de vedere chimic are un număr de 10^{-7} ioni pozitivi și tot atîția ioni negativi rezultați din disociere.

Substanțele acide disociază eliberînd ioni H^+, deci concentrația acestora într-o soluție acidă este mai mare decît a ionilor OH^-. Concentrația acestora este cuprinsă între 10^{-1} și 10^{-7}.

Scanned with OKEN Scanner

Cînd se dizolvă în apă substanţe alcaline, acestea eliberează ioni OH^-, numărul de ioni H^+ fiind mai mic.

Prin urmare cunoscînd concentraţia de ioni de hidrogen se poate şti dacă o soluţie este acidă, alcalină sau neutră.

Sörensen a recomandat, în locul exprimării exponenţiale, exprimarea logaritmică. El a denumit coeficient pH logaritmul negativ al concentraţiei ionilor de hidrogen dintr-o soluţie.

In tabela 26 se redă valoarea coeficientului pH, pentru diferite concentraţii ale ionilor de hidrogen.

Soluţiile acide au un pH cuprins între 1 şi 7, cele alcaline între 7 şi 14; soluţiile neutre au pH = 7.

Tabela 26

Valoarea pH-ului pentru diferite concentraţii ale ionilor de hidrogen

C Concentraţia ionilor de hidrogen	Valoarea pH	Reacţia chimică
10^{-1}	1	acidă
10^{-6}	6	acidă
10^{-7}	7	neutră
10^{-8}	8	alcalină
10^{-14}	14	alcalină

Scanned with OKEN Scanner

25.2. Elemente electrice, pile electrice

Dacă într-o soluţie cu electroliţi se introduc doi electrozi metalici, pe care-i legăm cu un conductor în care intercalăm un instrument de măsură, vom observa că, prin acest circuit circulă un curent electric.

În elementele sau pilele electrice, curentul electric ia naştere prin schimburi de ioni între electrozi şi electroliţi.

Dacă se formează un element electric, utilizînd doi electrozi din acelaşi metal şi două soluţii cu concentraţii diferite ale aceluiaşi metal, separate printr-un perete poros, vom constata că polul negativ va ceda ioni, pierzînd din greutate, iar electrodul pozitiv va cîştiga în greutate, primind ioni.

Aceste pile se numesc pile de concentraţie şi se utilizează la măsurarea concentraţiei ionilor de hidrogen.

25.3. Metoda potenţiometrică pentru determinarea concentraţiei ionilor de hidrogen

Aparatura utilizată pentru determinarea potenţiometrică a pH-ului are următoarele părţi esenţiale: sursa de curent, puntea potenţiometrică, galvanometrul şi electrozii.

Sursa de curent. Ca sursă de curent se poate utiliza un acumulator acid sau alcalin, o baterie uscată sau un alimentator de curent electric, alimentat de la reţea.

Pentru verificarea măsurătorilor se face controlul tensiunii sursei utilizate, prin comparare sau cu un element normal Weston ce are o forţă electromotrică constantă, care poate fi determinată după formula·

Scanned with OKEN Scanner

$$E \text{ normal} = 1,0183 + 4.10^{-5} (20-t)$$

Puntea potenţiometrică este o punte cu patru decade.

Galvanometrul. Ca instrument de măsurat, se utilizează un galvanometru sensibil, de tipul galvanometrului cu oglindă, sau un electrometru. Un asemenea instrument are o sensibilitate de ordinul a 10^{-7} - 10^{-9} amperi. Aceste instrumente fiind foarte sensibile, trebuie ferite de şocuri mecanice şi de trepidaţii, iar măsurarea trebuie să se înceapă cu instrument şuntat puternic.

Electrozii. La măsurările potenţiometrice se folosesc doi electrozi: electrodul de comparaţie şi electrodul indicator.

Măsurînd diferenţa de potenţial între cele două elemente şi concentraţia în ioni a unei soluţii, se poate determina concentraţia în ioni a soluţiei de cercetat, cu ajutorul formulei:

$$E = - 0,05773 \cdot \log \frac{C_1}{C_2} .$$

Fiecare aparat utilizează electrozi de diferite forme, iar determinarea se face conform instrucţiunilor din prospectul aparatului.

Ca electrozi de comparaţie se folosesc electrozi de calomel, electrodul de chinhidronă, electrodul de argint ş. a. Electrozii de comparaţie trebuie să aibă un potenţial constant în timpul determinării.

Ca electrozi indicatori se utilizează electrozii de hidrogen de chinhidronă, de sticlă ş. a.

a. Electrodul de hidrogen

În acest electrod, polul negativ este o lamă de platină platinată (acoperită cu negru de platină) care se introduce în soluţia cu

Scanned with OKEN Scanner

pH cunoscut. Polul pozitiv este alcătuit tot dintr-o placă de platină platinată, introdusă în soluţia cu pH necunoscut. Ambii poli se memţin într-o atmosferă de hidrogen. Saturarea cu hidrogen se realizează introducîndu-se în tubul în care se află lamelele de platină un curent de hidrogen. Lama de platină, saturată cu hidrogen, la limita contactului cu soluţia dă un potenţial electric proporţional cu concentraţia ionilor din soluţie.

b. Electrodul cu calomel

Electrodul cu calomel este format dintr-un vas de sticlă pe fundul căruia se află un strat de mercur care formează un pol al semielementului, fiind legat cu exteriorul printr-un fir de platină.

Peste stratul de mercur se pune un strat de pastă făcută din amestec de mercur, calomel şi clorură de potasiu, iar deasupra acestuia se pune o soluţie de clorură de potasiu de concentraţie cunoscută.

Potenţialul unui asemenea semielement cu soluţie saturată de KCl este de 0,248 V.

Dacă se utilizează ca electrod de referinţă electrodul cu calomel şi ca electrod indicator cel cu hidrogen, pH-ul soluţiei se va calcula din formula:

$$pH = \frac{E - e \text{ calomel}}{0,0001983\ T},$$

în care:

E este diferenţa de potenţial între cele două elemente;

e - diferenţa de potenţial a electrodului cu calomel;

T - temperatura absolută.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă măsurătoarea s-a efectuat la temperatura de 20°C, rezultă.

$$pH = \frac{E - 248}{0,05812}$$

c. Electrodul cu chinhidronă

Dacă substanţa căreia i se determină pH-ul se reduce sub acţiunea hidrogenului, se utilizează, în locul electrodului de hidrogen electrodul cu chinhidronă.

Chinhidrona este o combinaţie a chinonei cu hidrochinona, combinaţie foarte instabilă.

Dacă într-o soluţie de chinhidronul se introduce un element de platină, acesta se înconjură de un strat de hidrogen molecular, rezultat prin disocierea chinhidronei în chinonă şi hidrochinonă.

Prin urmare, se realizează un fermielement cu hidrogen. Potenţialul acestui element, la 18°C, va fi egal cu o, 704 volţi.

Dacă se utilizează electrodul cu calomel, împreună cu cel de chinhidronă, pH-ul se va determina după formula:

$$pH = \frac{e_{ch} - e_{ca} - E}{0,058} \qquad (1)$$

în care:

E este diferenţa de potenţial între cele două elemente;

e_{ch} - potenţialul electrodului cu chinhidronă;

e_{ca} - potenţialul electrodului cu calomel.

La temperatura de 18°C, $e_{ch} = 0,704$ volţi, iar $e_{ca} = 0,250$ volţi. Inlocuind în (1), rezultă:

$$pH = \frac{0,454 - E}{0,058}$$

Scanned with OKEN Scanner

d. Electrodul de sticlă

Acesta este format dintr-un vas de sticlă specială cu peretele foarte subţire. Vasul este plin cu soluţie de clorură de potasiu N/1, în care este introdus un fir de platină.

Cînd se introduce acest electrod într-o soluţie, se produce de o parte şi de alta a membranei de sticlă o diferenţă de potenţial, proporţională cu concentraţia ionilor de hidrogen. Electrodul de sticlă se utilizează împreună cu cel de calomel.

Potenţiometrele pentru determinarea pH-ului au o scală pe care se citeşte diferenţa de potenţial dintre cele două elemente sau se citeşte direct valoarea pH-ului.

Scanned with OKEN Scanner

26. ELECTROFOREZA

26.1. GENERALITĂŢI

S-a arătat că moleculele substanţelor dizolvate în apă sînt disociate în ioni cu sarcini electrice pozitive şi negative.

Dacă în soluţie se introduc doi electrozi, legaţi la o baterie electrică, ionii metalului şi hidrogenul migrează spre catod (cationi), iar radicalii acizilor spre anod (anioni).

În cazul suspensiilor coloidale, se petrece un fenomen analog.

Particulele coloidale stabile faţă de mediul de dispersie vor migra înspre cei doi electrozi, după felul sarcinilor electrice pe care le poartă.

Proteinele, fiind particule coloidale, se vor comporta în acelaşi mod.

Proteinele a căror structură biochimică este în esenţă o înălţuire de aminoacizi, sînt substanţe amfotere, putînd avea fie reacţie acidă, fie bazică, după reacţia mediului în care se găsesc. In mediu alcalin (pH 7-14), proteinele au sarcina negativă, migrînd înspre anod. În mediu acid (pH 1-7), proteinele au încărcare electrică pozitivă şi migrează înspre catod.

Migrarea proteinelor în cîmpul electric se numeşte electroforeză.

La o anumită valoare a pH-ului soluţiei, cele două feluri de sarcini electrice ale proteinelor se anihilează, migrarea lor în

Scanned with OKEN Scanner

cîmpul electroforetic încetînd. Această valoare a pH-ului soluţiei este caracteristică pentru fiecare proteină şi se numeşte punct izoelectric.

Viteza de migrare a particulelor depinde de mai mulţi factori:

a) Cu cît pH-ul este mai îndepărtat de punctul izoelectric, cu atît numărul sarcinilor electrice şi viteza de migrare va fi mai mare.

b) De viscozitatea lichidului. Cu cît aceasta va fi mai mare, cu atît viteza de migrare va fi mai mică.

c) Viteza de migrare a particulelor coloidale depinde de temperatura la care se face migrarea, fiind direct proporţională cu aceasta. Temperatura modifică viscozitatea lichidului, care după cum se ştie - este cu atît mai mică, cu cît temperatura creşte.

d) Viteza de migrare a particulelor proteice este invers proporţională cu mărimea lor. Cu cît molecula lor este mai mică, cu atît viteza de migrare este mai mare.

e) Migrarea particulelor proteice este în funcţie şi de concentraţia şi sarcinile ionilor electroliţilor introduşi în suspensia supusă electroforezei. Viteza de migrare diminuează cu atît mai mult cu cît forţa ionică a electroliţilor din soluţie este mai mare. Prin forţa ionică se înţelege însumarea acţiunii numărului ionilor şi a sarcinilor lor electrice şi se notează cu:

$$\mu = \frac{CV^2}{2},$$

în care:

C este concentraţia ionilor;

V - valenţa;

μ - suma ionilor.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela de calcul al forţei ionice

Felul soluţiei	Concentraţie molară	Ionii din soluţie	C	V^2	CV^2	Σ	$\mu=\frac{\Sigma}{2}$
Clorură de sodiu	0, 01	Na^+	0, 01x1	1	0, 01	0, 02	0, 01
		Cl^-	0, o1x1	1	0, 01		
Clorură de potasiu	0, 01	K^+	0, 01x1	1	0, 01		
		Cl^-	0, 01x1	1.	0, 01	0, 02	0, 01
Clorură de bariu	0, 01	Ba^{++}	0, 01x1	4	0, 04		
		$2Cl^-$	0, 01x2	1	0, 02	0, 06	0, 03
Sulfat de magneziu	0, 01	Mg^{++}	0, 01x1	4	0, 04		
		SO_4^{--}	0, 01x1	4	0, 04	0, 08	0, 04
Sulfat de potasiu	0, 01	$2K^+$	0, 01x2	1	0, 02		
şi clorură		SO_4^{--}	0, 01x1	4	0, 04		
de taliu	0, 01775	Tl^+	0, 01x1	1	0, 01775	0, 08558	0, 4779
		Cl^-	0, 01x1	1	0, 01775		
Ferocianură de potasiu	0, 001	$4K^+$	0, 001x4	1	0, 004		
		$Fe(CN)_6^{4-}$	0, 001x1	16	0, 016		
Fericianură de potasiu	0, 001	$3K^+$	0, 001x3	1	0, 003		
		$Fe(CN)_6^{3-}$	0, 001x1	9	0, 009	0, 036	0, 018
Clorură de potasiu	0. 002	K^+	0, 002x1	1	0, 002		
		Cl^-	0, 002x1	1	0, 002		

Scanned with OKEN Scanner

În tabela 27 se arată modul de calcul al forţei ionice (după Ion Cîmpeanu).

Metodele utilizate pentru studiul migrării proteinelor sînt de mai multe feluri:

- Electroforeza pe hîrtie de filtru.
- Electroforeza în alte corpuri poroase.

26.2. Electroforeza pe hîrtie

Electroforeza liberă, necesitînd o aparatură complicată şi o tehnică laborioasă, nu se poate efectua în mod curent şi nu are un randament mare.

Pentru acest motiv, s-a răspîndit metoda electroforezei pe hîrtie care este mai expeditivă şi permite efectuarea unui număr mai mare de examene.

Principiul metodei. Se aplică serul sanguin pe o hîrtie de filtru îmbibată în soluţie tampon.

Extremităţile benzii de hîrtie sînt imersate în cîte o cuvă cu tampon, în care sînt fixaţi electrozii, legaţi la o sursă de curent continuu. Sub acţiunea curentului electric, proteinele vor migra de la catod la anod, viteza de migrare fiind invers proporţională cu mărimea moleculelor proteice care, în felul acesta, se separă, avînd viteze variabile.

După terminarea migrării, se face revelarea fracţiunilor, introducînd benzile de hîrtie într-un colorant.

Evaluarea fracţiunilor se face prin integrarea automată sau prin eluare.

Scanned with OKEN Scanner

26.3. APARATUL DE ELECTROFOREZĂ I.T.M.

Aparatul de electroforeză I.T.M. este format din următoarele piese:

- Camera de electroforeză, redresorul de alimentare şi băile de relevare.

Camera de electroforeză este construită din material plastic, prin presare şi are următoarele părţi:

a. Cuva de migrare, avînd două jgheaburi laterale pentru soluţia tampon.

Aceste jgheaburi pot comunica între ele printr-un şanţ situat la unul din capetele jgheaburilor care serveşte la egalizarea nivelului lichidului. Cele două jgheaburi sînt împărţite printr-un perete longitudinal şi mai mulţi pereţi transversali, cu orificii de comunicaţie, realizînd un sistem de şicane pentru a încetini difuziunea produselor de electroliză în timpul funcţionării. Se formează, astfel, în fiecare jgheab un compartiment exterior, pe toată lungimea cuvei şi cîte trei compartimente mai mici spre interior. In fiecare jgheab este fixat un electrod de platină. Aceştia sînt fixaţi în cîte un compartiment interior, fiind situaţi în diagonală, unul faţă de celălalt.

Suportul pentru întinderea benzilor. Suportul pentru benzi este făcut dintr-un material rezistent la căldură şi la acţiunea substanţelor corosive. Acest suport are două plăci laterale reunite prin două bare transversale. Paralel cu una din plăci, se află încă o placă mai îngustă.

Plăcile laterale se introduc în cele două jgheaburi laterale ale cuvei.

Capacul cuvei. Cuva are un capac din material transparent, prevăzut cu o deschizătură longitudinală, pe toată lungimea capacului, largă de 5 mm, pentru a permite aplicarea probelor pe benzi. Acest orificiu se închide cu un obturator de cauciuc.

b. Redresorul

Redresorul se alimentează de la reţeaua de 110 şi 220 V. Redresorul poate alimenta două cuve de electroforeză. Curentul redresat se reglează prin intermediul unor rezistenţe variabile, astfel că aparatul poate fi reglat pentru tensiuni de lucru de la 90-500 volţi, cu intensitate de 0-50 miliamperi:.

c. Băile de culoare şi spălare

Băile de culoare şi spălare sînt din material plastic, benzile de hîrtie introducîndu-se în băi prin intermediul unui suport în formă de pieptene.

Intrebări recapitulative

- Descrierea şi modul de lucru la aparatul de electroforeză I. T. M.

Scanned with OKEN Scanner

27. CROMATOGRAFIA

Termenul de cromatografie, care înseamnă "scriere în culori" a fost dat de Twet în 1906 metodei de separare prin adsorbţie lichid-solid, cu ocazia studiului coloranţilor clorofilici ai plantelor.

In 1941, Martin şi Synge pun bazele cromatografiei de repartiţie lichid-lichid. Scurt timp după aceasta, prin modificarea suportului ia naştere cromatografia pe hîrtie; aceasta datorită simplităţii deosebite şi a rapidităţii se dezvoltă foarte rapid.

O contribuţie importantă în evoluţia continuă a metodei cromatografice o are cromatografia în strat subţire.

In ultimii ani, cromatografia în fază gazoasă a cunoscut cel mai rapid ritm de dezvoltare datorită simplităţii metodei, cît şi datorită automatizării rapide şi complexe a aparaturii specifice ei.

Datorită caracteristicilor metodei (dozarea simultană a unui mare număr de componenţi conţinuţi în probă, selectivitate ridicată, sensibilitate deosebită, timp redus de analiză, precum şi aplicarea la o gamă foarte variată de produse) cromatografia în fază gazoasă devine una din metodele cele mai eficiente de analiză.

Cromatografia este un procedeu prin care se realizează separarea componentelor dintr-un amestec, pe un anumit suport, cu ajutorul unui sistem de dizolvanţi.

Avînd în vedere multitudinea de factori şi parametri ce intervin în analiza cromatografică, o clasificare satisfăcătoare se poate face luînd în considerare aceşti parametri.

Metodele cromatografice se clasifică:

- după natura fazei mobile;
- după modul de parcurgere al coloanei;
- după regimul de temperatură.

1. După natura fazei mobile

Faza mobilă, care transportă proba de-a lungul fazei staţionare, poate fi din punct de vedere al stării de agregare, lichidă sau gazoasă.

1. Cromatografia cu faza mobilă lichidă

Din punct de vedere al procesului elementar ce are loc la interfaţa fazelor în contact, cromatografia cu fază mobilă lichidă se împarte la rîndul său în:

- cromatografia de absorbţie (de exemplu: cromatografia pe coloană, pe hîrtie, în strat subţire);
- cromatografia de repartiţie (de exemplu: cromatografia pe coloană, pe hîrtie, în strat subţire, cu schimbători de ioni);
- cromatografia cu schimb de ioni.

2. Cromatografia cu faza mobilă gazoasă

In cazul acestui tip de cromatografie, faza mobilă ce transportă proba de-a lungul coloanei este un gaz, iar realizarea practică a cromatografiei este legată de existenţa coloanei cromatografice. Cromatografia cu faza mobilă gazoasă se împarte la rîndul său în: cromatografie de absorbţie, de repartiţie şi de gaze mixtă.

II. După modul de parcurgere al coloanei

Din acest punct de vedere, respectiv al tehnicii de lucru, deosebim: cromatografie de eluţie, frontală şi de deplasare.

Scanned with OKEN Scanner

III. După regimul de temperatură

Din punct de vedere al regimului de temperatură la care este menţinută coloana cromatografică în timpul analizei distingem:

- cromatografia cu regim izoterm de temperatură, în care pe tot parcursul analizei, temperatura se menţine constantă;

- cromatografia cu regim programat de temperatură, în care în decursul analizei temperatura se modifică după un program dinainte stabilit, funcţie de natura probei ce se analizează.

Metodele de cromatografie cel mai frecvent folosite în laboratoarele chimice şi de cercetări medicale sînt: cromatografia pe hîrtie, pe coloană, în strat subţire şi în fază gazoasă.

Cromatografie pe hîrtie

Separarea substanţelor prin cromatografia pe hîrtie se bazează în majoritatea cazurilor pe diferenţa coeficienţilor de repartiţie a substanţelor respective între doi dizolvanţi nemisicibili.

Dizolvantul cu care se îmbibă hîrtia cromatografică (apă, formamidă sau alţi dizolvanţi) formează, împreună cu aceasta, faza staţionară. Amestecul de dizolvanţi care migrează pe hîrtie formează faza mobilă.

După sensul de migrare al fazei mobile de-a lungul fazei staţionare distingem mai multe metode de analiză cromatografică pe hîrtie: descendentă, ascendentă, circulară.

Pentru cromatografia descendentă şi ascendentă se folosesc vase de sticlă paralelipipedice sau cilindrice, ale căror dimensiuni variază în funcţie de numărul cromatogramelor ce trebuie efectuate concomitent şi de dimensiunile hîrtiei de filtru. În recipient cromatograma se fixează vertical în partea superioară, iar capătul opus se in-

Scanned with OKEN Scanner

troduce în developantul (faza mobilă), aflat direct pe fundul recipientului sau într-o capsulă (fig. 27.1).

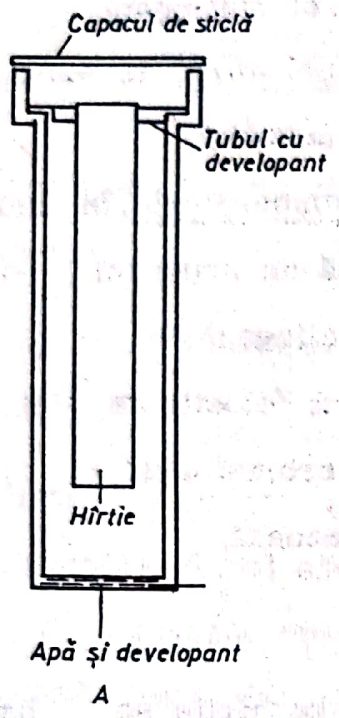


Fig. 27.1. Dispozitiv pentru developări descendente - camera cromatografică.

Camera cromatografică trebuie să fie cît mai etanşă, pentru a crea în interiorul ei o atmosferă saturată în vapori de apă şi solvenţi care intră în compoziţia developantului şi totodată pentru a menţine temperatura uniformă în toate părţile camerei.

Etanşarea se poate realiza prin rodarea sticlei şi ungerea cu grăsime, prin benzi de cauciuc, prin fîşii de hîrtie de filtru umectate. O etanşeitate perfectă se poate realiza cu ajutorul polistilinei.

Modul de lucru

Pe o hîrtie de filtru, tăiată sub formă de bandă de dimensiuni convenabile, se trasează cu creionul linia de strat, la o distanţă de 5 cm de unul din capace. Pe benzile de hîrtie la linia de strat se aplică cu o micropipetă soluţiile de analizat.

După aplicarea probei, benzile se usucă şi se suspendă în camera cromatografică, saturată în prealabil cu toate componentele sistemului de dizolvanţi.

Cromatograma se usucă, se trece la localizarea şi identificarea suporturilor separate, se conturează marginile lor cu creionul şi se determină R_F-ul (fig. 27.2).

Valoarea R_F-ului este dată de relaţia:

$$R_F = \frac{d}{D}$$

Scanned with OKEN Scanner

în care:

d este distanţa de la centrul feţei la linia de strat (punctul în care se află soluţia);

D - distanţa de la frontul fazei mobile la linia de strat.

Pentru o anumită substanţă, R_F nu este constant în cazul folosirii diferitelor sisteme de dizolvanţi şi, de aceea, este necesar ca pe aceeaşi hîrtie să se aplice şi soluţia-etalon. Determinarea cantitativă a substanţei de analizat se face colorimetric sau spectrofotometric, după eluarea spotului de pe banda de hîrtie.

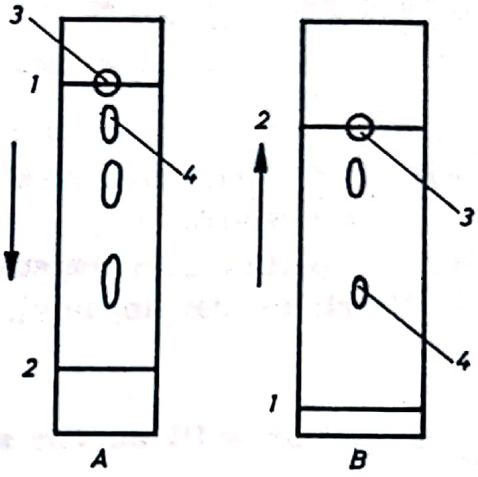


Fig. 27.2. Metodele cromatografice pe hîrtie: A-cromatografia descendentă; B- cromatografia ascendentă.

În cromatografia circulară sau cromatografia pe discuri, amestecurile de studiat se separă pe zone concentrice. Developarea se efectuează pe discuri de hîrtie de filtru de diametru variabil (10-25 cm), la care se decupează o codiţă făcînd două tăieturi paralele pînă în centrul discului. Codiţa se îndoaie în jos şi se introduce în developantul aflat într-un vas Petri, după ce, în prealabil soluţia de cercetat a fost pipetată în centrul discului (fig. 27.3). Discul de hîrtie se fixează orizontal cu ajutorul unui alt vas Petri de acelaşi diametru, aşezat răsturnat. În locul vaselor Petri se poate utiliza un exicator.

Cromatografia pe coloană.

În acest caz se folosesc diferiţi agenţi adsorbanţi, care sînt introduşi în tuburi de sticlă (coloane) aşezate vertical.

Scanned with OKEN Scanner

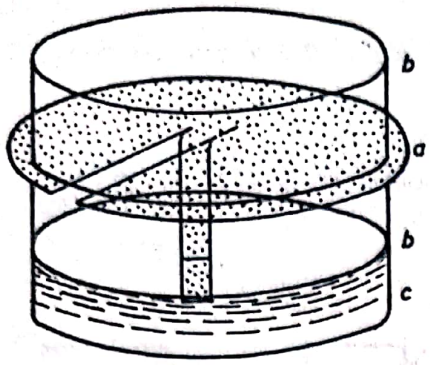


Fig. 27.3. Cromatografia circulară:
a- hîrtia filtru: b- capsule Petri; c- developantul.

Dintre agenţii adsorbanţi mai frecvent folosiţi sînt: oxidul de aluminiu, silicaţii de aluminiu, amidonul insolubil, talcul, carbonatul de calciu.

Prin coloana umplută de pulbere absorbantă se trece soluţia de analizat care obţine mai mulţi componenţi. Diferiţi componenţi vor fi adsorbiţi selectiv la venirea în contact cu agentul adsorbant astfel încît componenţii mai uşor adsorbabili se vor stratifica la capătul de sus, iar componenţii mai puţin adsorbabili se vor situa în partea de jos a coloanei. După trecerea soluţiei de analizat pe coloană, poziţionarea fiecărui component este pură în evidenţa cu ajutorul unor reactivi adecvaţi, care dau coloraţii diferite pentru fiecare component.

Determinarea cantitativă se face după scoaterea fiecărui component de pe coloană şi eluarea lui cu un solvent.

Cromatografia în strat subţire.

Se pot folosi aceeaşi agenţi adsorbanţi ca şi la cromatografia pe coloană, dar ei sînt aplicaţi pe suport. Drept suport se foloseşte placa de sticlă de dimensiuni corespunzătoare locului în care are loc migrarea. Grosimea stratului adsorbant este în funcţie de tehnica de lucru.

După aplicarea soluţiei de analizat şi a soluţiei etalon, se usucă placa şi se introduce în locul de migrare, cu linia de strat în jos, în aşa fel încît aproximativ 1 cm din stratul absorbant să fie în contact cu sistemul de solvenţi.

Scanned with OKEN Scanner

Determinarea valorii R_F şi dozarea se face în acelaşi mod ca la cromatografia pe hîrtie,

Cromatografia în fază gazoasă

Această metodă de cromatografie apare odată cu înlocuirea fazei mobile lichide din coloana clasică, cu gaz.

Cromatografia în fază gazoasă utilizează ca fază staţionară, adsorbanţi cînd avem cromatografie gaz-solid sau de adsorbţie şi lichide de repartiţie depune pe un strat inert, cînd avem cromatografie gaz-lichid sau de repartiţie.

În figura 27.4 este dată schema de principiu a unui cromatograf de gaze.

Gazul purtător (eluentul), fixat la un debit potrivit, intră în dispozitivul de introducere a probei, de unde antrenează proba în coloana cromatografică. Ajungînd în contact cu faza staţionară, moleculele componenţilor probei interacţionează cu aceasta mai puternic sau mai slab, funcţie de tăria forţelor ce se stabilesc între componenţi şi adsorbanţi sau funcţie de repartiţia lor între faze mobile şi cea staţionară. Din acest motiv, viteza de deplasare a componenţilor de-a lungul coloanei este diferită, fapt ce duce la separarea lor şi sînt eluaţi din coloană într-o anumită ordine. În ordinea de eluare, componenţii sînt antrenaţi în detector. După principiul de funcţionare al detectorului, acesta sesizează modificarea pe care o aduce

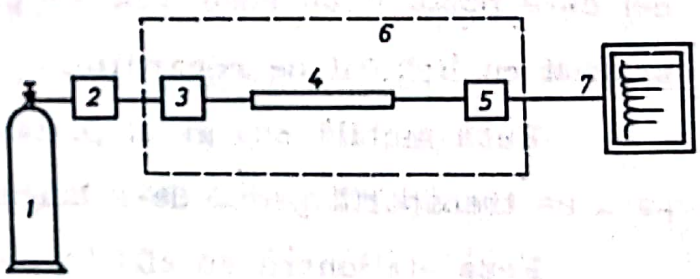


Fig. 27.4. Schema de principiu a unui cromatograf de gaze.

Scanned with OKEN Scanner

componentul gazului purtător, astfel că trecerea componentului prin detector este marcată în final de un semnal electric, de regulă proporţional cu concentraţia lui în faza gazoasă. Acest semnal este apoi manifestat şi înregistrat.

În cromatografia în faza gazoasă este necesar să se precizeze o serie de termeni folosiţi.

Cromatograma este diagrama ce reprezintă semnalul detectorului funcţie de timp şi concentraţie obţinut la trecerea componenţilor prin detector, cu ajutorul unui înregistrator.

Coloana cromatografică este un tub în interiorul căruia se află umplutura cromatografică.

Umplutura coloanei este materialul depus în interiorul coloanei care poate fi un adsorbant solid sau un material solid inert impregnat cu lichidul de repartiţie.

Faza mobilă sau gazul purtător este gazul sau amestecul de gaze ce transportă proba de-a lungul umpluturii din coloană.

Faza staţionară se află în coloană şi poate fi solidă (adsorbant) sau lichidă (lichid de repartiţie). Ea este cea care acţionează asupra componenţilor probei determinînd separarea lor.

Vîrful cromatografic sau picul este semnalul sub formă de vîrf ce corespunde componentului separat în coloană ce trece prin detector.

Timpul de reţinere reprezintă timpul scurs între introducerea probei în coloană şi apariţia maximului unui pic.

În laboratorul chimic, metoda cromatografică este folosită pentru dozarea de aminoacizi, proteine, acizi nucleici, baze purinice şi pirimidinice, vitamine, enzime etc.

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

	Pag.
1. Noţiuni introductive	3
1.1. Fizica medicală	3
1.2. Laboratorul de analize medicale	4
1.3. Măsuri de tehnica securităţii muncii în laboratoare	5
1.4. Mărimi fundamentale şi unităţi de măsură, utilizate în laborator	9
2. Aparate şi utilaje folosite în laborator, generalităţi	15
3. Aparatură pentru măsurarea greutăţii corpurilor Balanţe	21
3.1. Balanţe cu braţe egale	22
3.2. Balanţe cu braţe neegale	27
3.3. Truse cu greutăţi	27
3.4. Operaţia de cîntărire	28
3.5. Principii de întreţinere a balanţelor	30
4. Dinamometria	32
5. Aparate de centrifugare	35
6. Determinarea densităţii corpurilor	46
6.1. Generalităţi	46
6.2. Metoda areometrelor şi densimetrelor	48
6.3. Determinarea densităţii corpurilor prin cîntărire cu metoda picnometrelor	52
7. Măsurarea presiunii atmosferice. Barometre	55

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

8. Pompe de presiune şi vid; 58

8.1. Pompe de presiune..... 58

8.2. Pompe de vid 59

9. Aparate pentru analiza gazelor 62

10. Aplicaţii ale fizicii moleculare la tehnica de laborator..... 67

10.1. Mişcarea browniană..... 67

10.2. Coeziunea..... 68

10.3. Adeziunea 68

10.4. Tensiunea superficială..... 69

10.5. Adsorbţia..... 73

10.6. Capilaritatea..... 74

10.7. Viscozitatea..... 76

10.8. Difuziunea..... 79

10.9. Osmoza 79

11. Sisteme disperse..... 83

11.1. Suspensii..... 83

11.2. Sisteme coloidale..... 84

11.3. Soluţii 88

12. Aplicaţii ale căldurii la tehnica de laborator 91

12.1. Măsurarea temperaturii corpurilor..... 91

12.2. Temperatura corpului omenesc..... 99

13. Aparate pentru determinarea condiţiilor de mediu..... 102

13.1. Determinarea umidităţii relative..... 104

13.2. Determinarea vitezei curenţilor de aer..... 106

13.3. Determinarea capacităţii de răcire a aerului..... 107

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

14. Schimbarea stărilor de agregare 110
14.1. Determinarea consumurilor fizice 110
14.2. Noţiuni de calorimetrie..... 115
14.3. Aplicaţii ale temperaturilor scăzute 118
15. Aparatura de fierbere, sterilizare şi distilare..... 122
15.1. Fierbătoare 122
15.2. Autoclave..... 124
15.3. Aparatul de formolizare..... 133
15.4. Sterilizatoare cu aer cald. Etuve..... 133
15.5. Termostate..... 139
15.6. Termoregulatoare pentru termostate..... 142
15.7. Băi utilizate în laboratoare 146
15.8. Aparatura de distilare..... 153
16. Aplicaţii ale opticii la tehnica de laborator..... 160
Aparate optice.....
16.1. Lupa..... 160
16.2. Aglutinoscopul 163
16.3. Mi croscopul 163
A. Partea mecanică 167
1. Stativul 167
2. Platina sau măsuţa microscopului 168
3. Tubul optic..... 170
4. Mecanismul de punere la punct..... 171
a. Mişcarea rapidă..... 172
b, Mişcarea fină..... 172
B. Partea optică..... 173
1. Obiectivul..... 174

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

a. Unghiul de deschidere..... 174
b. Aparatura numerică..... 176
c. Aberaţiile lentilelor..... 178
2. Calităţile obiectivelor..... 180
a. Puterea de separare..... 180
b. Puterea de definiţie..... 182
c. Puterea de penetraţie sau profunzime 182
d. Luminozitatea..... 183
3. Clasificarea obiectivelor..... 183
a. Obiective uscate..... 184
b. Obiective cu imersie..... 185
4. Notarea obiectivelor..... 186
5. Oculare..... 187
a. Ocularul Huygens..... 188
b. Ocularul Ramsden..... 188
c. Ocularul compensator..... 189
d. Oculare speciale..... 189
6. Notarea ocularelor..... 189
C. Aparatul de iluminat..... 190
1. Sursa de lumină..... 191
a. Lumina naturală 191
b. Lumina artificială..... 191
2. Oglinda microscopului 194
3. Condensatorul 194
4. Iluminarea corectă a microscopului..... 196
5. Formarea imaginii în microscop..... 197
D. Anexele microscopului 199

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

1. Ocularul indicator..... 199
2. Aparatul de desenat Abbé..... 199
3. Micrometrul ocular..... 201
4. Micrometrul obiectiv..... 201
5. Alte dispozitive anexe ale microscopului..... 202

E. Utilizarea şi întreţinerea microscopului 203

1. Transportul microscopului..... 203
2. Instalarea miscroscopului..... 204
3. Intreţinerea ocularelor..... 205
4. Intreţinerea obiectivelor..... 206
5. Intreţinerea aparatului de iluminat..... 208
6. Intreţinerea părţilor mecanice..... 208
7. Intreţinerea anexelor..... 209

F. Metode de lucru utilizate în microscopie 210

1. Microscopia cu iluminarea obiectivului prin transparenţă..... 210
2. Microscopia cu iluminarea obiectului prin reflexie..... 210
3. Microscopul cu fond întunecat sau ultra-microspul..... 212
4. Microscopul cu contrast de fază 217

17. Microfotografia..... 223

17.1. Aparatura necesară..... 224
17.2. Sursa de lumină..... 227
17.3. Utilizarea filtrelor..... 228
17.4. Materialul sensibil utilizat..... 229
17.5. Determinarea timpului de expunere..... 229

18. Materiale fotografice şi prelucrarea lor 231

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

18.1. Materiale sensibile negative..... 231

18.2. Prelucrarea chimică a materialului negativ..... 232

18.3. Procesul pozitiv..... 241

18.4. Fotografia în culori..... 249

19. Noţiuni de fotometrie..... 257

19.1. Colorimetria..... 257

19.1.1. Generalităţi..... 257

19.1.2. Metode de analiză colorimetrică..... 262

a. Metoda comparării cu etalonare..... 262

b. Comparatorul Hellige..... 264

c. Hemoglobinometrul Sahli..... 267

19.2. Fotometre..... 269

19.2.1. Fotometrul vizual..... 269

a. Descriere..... 269

b. Reglarea sursei de lumină..... 272

c. Fotometrul..... 274

d. Operaţia de măsurare la fotometru..... 276

e. Alegerea filtrelor..... 277

f. Lichidul de compensare..... 277

g. Tehnica măsurării..... 277

h. Construirea curbei de etalonare..... 279

19.3. Electrofotometre..... 281

19.3.1. Electrofotometre cu fotocelulă..... 282

19.3.2. Electrofotometre cu două fotocelule..... 289

19.3.3. Electrofotometre cu trei fotocelule..... 292

20. Nefelometria şi turbidimetria..... 294

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

20.1. Generalităţi 294

20.2. Aparatura utilizată..... 296

a. Comparatoare..... 296

b. Turbidimetre..... 296

c. Nefelometre..... 296

21. Refractometria..... 298

21.1. Generalităţi..... 298

21.2. Refractometrul Abbé..... 300

22. Polarimetria..... 306

22.1. Generalităţi..... 306

22.2. Polarimetrul cu filtre de polarizare..... 307

23. Analiza spectrală..... 311

23.1. Generalităţi..... 311

23.2. Metodele analizei spectrale..... 316

23.3. Aparate pentru analiza spectrală..... 316

23.3.1. Spectroscopul..... 316

23.3.2. Fotometrul cu flacără..... 318

23.3.3. Spectrofotometre de absorbţie..... 325

24. Măsurători electrice utilizate în laboratoare..... 339

24.1. Măsurarea intensităţii tensiunii, puterii şi rezistenţei curentului electric..... 339

24.1.1. Măsurarea rezistivităţii..... 340

25. Determinarea concentraţiei ionilor de hidrogen şi a coeficientului pH..... 344

25.1. Generalităţi..... 344

25.2. Elemente electrice, pile electrice..... 346

25.3. Metoda potenţiometrică pentru determinarea concentraţiei ionilor de hidrogen..... 346

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

a. Electrodul de hidrogen..... 347
b. Electrodul de calomel..... 348
c. Electrodul de chinhidronă..... 349
d. Electrodul de sticlă..... 350
26. Electroforeza..... 351
26.1. Generalităţi..... 351
26.2. Electroforeza pe hîrtie..... 354
26.3. Aparatul de electroforeză ITM..... 355
a. Cuva de migrare..... 355
b. Redresorul..... 356
c. Băile de culoare şi spălare..... 356
27. Cromatografia..... 357

Plan ed. 11497. Tiraj 450 +
65 ex. broşate. Coli de tipar
23,25. Apărul 1977.

I.P. "BULETINUL OFICIAL"
Secţia III Izvor nr.137
Cda.14591/11497/77

Scanned with OKEN Scanner